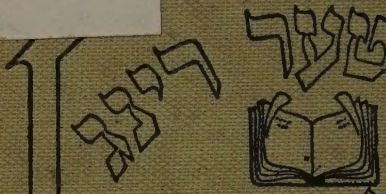
1



ארבייטער רינג
ביבליאטהעק

נומער 2

דר. יאב. קאספע

פיזיק

ארויסגענעבען פון דער
עדיזקייטשאנאל קאמיטע פון ארבייטער רינג

ספריה עממית בטורונטו
יידישע
פאלקס ביבליאטעק
טאראנטע
JEWISH PUBLIC LIBRARY, TORONTO

ארבייטער רינג ביבליאטעק

II.

פיזיק

(מיט בילדער)

פון דר. אב. קאספע

ארויסגעגעבען פון דער
עדיוקיישאנאל קאמיטע פון ארבייטער רינג.

ניו יארק. 1916.

פ י ז י ק

אינהאַלט:

זייט

אייגלייטונג — — — — — — — — — — — — — — — — 3

ערשטער קאפיטעל — אויפאכע מאַשינען — — — — — — 9

צווייטער קאפיטעל — בעוועגונג און רוהע — — — — — — 18

דריטער קאפיטעל — רייבונג — — — — — — — — — — 27

פיערטער קאפיטעל — אויפאכע מאַשינען — די פולי — — 38

פינפטער קאפיטעל — קאַמבינאַציאָנען פון פולים — — — 47

זעקסטער קאפיטעל — מאַשינען — — — — — — — — — 61

זיבעטער קאפיטעל — ליווערס — — — — — — — — — 66

אכטער קאפיטעל — די דריי קלאסען ליווערס — — — — 73

נייַנטער קאפיטעל — א ראַד מיט אן אַקסעל — — — — — 81

צעהנטער קאפיטעל — די אויפגעבויגענע פלאכע — — — — 93

עלפטער קאפיטעל — דער קלין און דער שרויף — — — — 103

איינפאכע מאשינען

איינלייטונג.

די געשיכטלעכע אונטערזוכונגען וועגען דעם אנפאנג פון פיעלע ווייסענשאפטען האבען בעוויזען אז כמעט אלע פון זיי זיינען נאטירלעכער ווייזע אויסגעוואקסען פון דעם מענשען'ס פראקטישע בעשעפטיגונגען, פון זיינע פערשיעדענע ארבייטען. נעהמט אפילו אזא אבסטראקטע ווייסענשאפט ווי מאטעמאטיק, און וואס בעווייזט אונז די געשיכטע וועגען גאר די ערשטע צייטען, וועגען די ערשטע שפורען אין דער ענטוויקלונג פון דיזער ווייסענשאפט? דער מענש, ווי די געשיכטע בעווייזט אונז, האט אנגעהויבען אריפמעטיק מיט דעם, וואס ער האט זיך געמומען אויסרעכענען וויפיעל פינגער ער האט אין די הענט און אין די פיס. ניט לייכט איז דאס אנגענומען דעם מענשען ביז ער האט דערגרייכט די שטופע פון וויסען נור די צאהל פון די פינגער און צו פערשפרייטען זיין מעהר ערווארבענעם וויסען וועגען אזא וויכטיגען ענין צווישען די נאהענטע מענשען, וואס האבען נאך ניט דערגרייכט אזא שטופע פון ענטוויקלונג.

וואס זיינען די ערשטע שפורען פון דער ווייסענשאפט געאמעטריע? געאמעטריע הויבט זיך אן מיט דעם מענשלייכען פערלאנג אויסצוגעפינען די לייננ פון זיינע העגט, די מאס פון זיין פוס, די לייננ פון א טראט, וועז ער צושפרייט זיינע פיס, אדער די לייננ פון שפאן, וועז ער צושפרייט דעם גראבען פינגער.

אין דער שפראך זיינען נאך פערבליבען די נעמען פון דיעזע פרימיטיווע מאסען. א פוס, א שפאן, אן אייל (דאס שטאמט וואר־שיינליך פון דעם וואר עלענבויגען, דאס הייסט די לענג פון דעם מענשענ'ס עלענבויגען ביז די שפיצען פון זיינע פינגער), אט דיעזע לעבענדיגע טהיילען פון זיין קערפער האט דער פרימיטיווער מענש געברויכט אלס די ערשטע נעצייג צו מעסטען אנדערע זאכען, אפילו

שטיקער לאנד אויף. דערפון איז שפּעטער אויסגעוואקסען די וויסענשאפט געאמעטריע, וואס דער טייטש פון דעם גריכישען וואָרט איז די וויסענשאפט פון ערד־אדער לאנד־מעסטען.

אזוי איז פון גראָד־קלייבען און גערטנעריי אויסגעוואקסען די וויסענשאפט באטאניקע. עלטער פון דער סיסטעמאטעזירטער וויסענשאפט זאלאניע (די וויסענשאפט וועגען חיות) איז דאס ניט סיסטעמאטיזירטע וויסען פון דעם פרימיטיוועז יענער, פון דעם פּישער, און פון דעם פאסטוך. אזוי קענען מיר מיט רעכט אנציינען אויף דעם פרימיטיוועז שמיד וויּ אויף דעם עלטעסטען מענאניקער און פיזיקער. אויף דעם ערד־ארבייטער און גערטנער וויּ דעם ערשטען באטאניקער, אדער אנראנאם. דער ערשטער זאלאג איז געווען דער יענער, דער ערשטער געאגראף און גאלאג דער מאטראם, די ערשטע היסטאריקער זיינען געווען די אלטע פאלק׳ס דיכטער, די ערשטע דאקטורים זיינען געווען די פרימיטיווע מכשפים, חרטומים אין מצרים, די מעדעצין מענער ביי די אמעריקאנישע אינדיאנער, א. ז. ו.

די בעקאנטשאפט מיט דער געשיכטע פון וויסענשאפטען איז בערצייגט אונז, אז אלע וויסענשאפטען אהן אויסנאהמע, אפילו די נייעסטע וויסענשאפטען, ווי פסיכאלאגיע און סאציאלאגיע, האבען זיך אנגעפאנגען פון די איינפאכע, זאכליכע קאנקרעטע ערפאהרונגען, ניט פון אבסטראקטע גרונדקעטע, ניט פון פעסטגעשטעלטע פרינציפּען. וואס קען זיין מעהר אבסטראקט ווי געאמעטריע אדער מאטעמאטיקע ? און דאך צייגט אונז דאס עלטעסטע בוך איבער געאמעטריע און מאטעמאטיקע, א בוך וואס מען האט ניט לאנג געפונען אין מצרים, דער פאפירוס פון אהמעס, וועלכער איז פערפאסט נעווארען ניט וויניגער ווי דריי טויזענד מיט זעקס הונדערט יאהר צוריק, אז אין יענע אלטע צייטען, אין די ערשטע יאהרען פון דער ענטוויקלונג פון מאטעמאטיקע און געאמעטריע, זיינען זיי וויּיט ניט געווען אזעלכע אבסטראקטע וויסענשאפטען וויּ זיי זיינען נעווארען אין די שפּעטערע צייטען. אין די ערשטע אבטיילונגען אט פון דעם מערקווירדיגען אלטען בוך איבער געאמעטריע ווערט געלערנט ווי צו מעסטען די פּיראמידען, די אבעליסקען, ווי צו מעסטען הייזער, שפאכלערס, שייערס און אין די וויטערדיגע

קאפיטאלען נאר בעהאנדעלט דער בוך די מעסטונגען פון פלאבע; וואס איז שוין אביסעל מעהר אבסטראקט ווי די קאנקרעטע הייזער שטייגער, סטאטוען. און נאר די גריכען, וואס האבען איבערגענומען ביי די עגיפטיאנער די אנגעצייגטע וויסענשאפטען פון מאטעמאטיק און געאמעטריע און האבען זיי ענטוויקעלט ביז דעם העכסטען גראד, האבען איבערגעקהרט דעם נאטירליכען גאנג פון דיעזע ווי־סענשאפטען, דעם גאנג וואס פיהרט פון די זאכליכע קאנקרעטע ער־פאהרונגען צו די אבסטראקטע פרינציפיען, וואס האט זיך איינגע־געבען דעם מענשען צו ענטדעקען. וועז ער האט אנגעהויבען צוזאמען צוקלייבען א געוויסען סארט ערפאהרונגען אין א סיסטעם, אין א ארדנונג, וועז ער האט אנגעהויבען נאכצודענקען איבער דיעזע ער־פאהרונגען אוז אנשטרענגען זיך צו פערקניפלען זיי אין א לאגי־שען שכלדיגען צוזאמענהאנג.

ביי די גריכען, נאך הונדערטער יאהרען פון ענטוויקלונג, הוי־בען זיך אן די ערשטע קאפיטלען פון געאמעטריע ניט מיט די מעס־טונגען פון גאנצע הייזער, נאר פון די אבסטראקטע לינייען אוז פונקטען, זאכען וואס עקזיסטירען גאר אייגענטליך ניט אין דער נאטור, זאכען וואס זיינען נאר פראדוקטען פון דער אנאליזירע־דער אייגענשאפט פון אונזער מענשליכען שכל אוז פארשטעלונג־קראפט.*

דעם זעלבען גאנג האבען דורכגעמאכט אלע וויסענשאפטען פון איינפאכע, קאנקרעטע ערפארונגען מיט די נאטירליכע ערשיינונגען צו אבסטראקטע פרינציפען אוז שכלדיגע וואהרהייטען.

די גאר אלטע וויסענשאפטען ווי מאטעמאטיק, אסטראנאמיע, מעכאניק, א גרויסער טהייל פון פיזיק האבען שוין דערגרייכט די העכסטע שטופע פון ענטוויקלונג אוז זיי הויבען זיך אן, גראדע ווי די גריכישע לעהר ביכער איבער געאמעטריע, מיט די שכל־דיג־ערוואגענע, אבסטראקטע פרינציפען, אוז פעסטגעשטעלטע וואהרהייטען וואס בינדען צוזאמען די קאנקרעטע נאטור ערשיינונ־

*) די ארדנונג איז פערבליבען ביז היינטיגען טאג אין געאמעטריע די אבטיילונג סאלידע געאמעטריע איז די לעצטע, ניט די ערשטע.

גען, וועלכע זיינען געווען די ערשטע פונדאמענטען פון די פערשיע־דענע וויסענשאפטען.

פּיעלע אָדער בעסער געוואָגט, די גרעסטע טהייל פון די וויסענ־שאפטען ווי באטאַניק, זאאלאָגיע, פּיזיאלאָגיע א. ז. ו. זיינען נאָך ווייט פון דער הויכער מדרגה פון די מאטעמאטישע וויסענשאפטען אזן זיי זיינען געצוואונגען דערווייל צו בענוגענען זיך בלויז מיט דער סיסטעמאטיזירונג פון די קאַנקרעטע מענשליכע ערפאהרונגען וועגען די פערשיעדענע ענינים, די מיט וועלכע די וויסענשאפטען גיבען זיך אָב. אויב אפילו עס זיינען ענדעקט געוואָרען פּיעלע פעסט־גשטעלטע פרינציפּען, פּיעלע נאטור־גזעצען אין די אלע וויסענ־שאפטען, זיינען זיי נאָך ניט אימשטאנד גלייך אנצופאנגען פון דיע־זע אבסטראקטע פרינציפּען, ווייל דיעזע פרינציפּען בעלייכטען אזן פערבינדען לאַגישער וויזע גרעסערע אָדער קלענערע אבטהיילונגען פון דיעזע וויסענשאפטען. עס פעהלען נאָך אָבער אזעלכע פרינצי־פּען, וואָס זאלען דיענען אלס פעסטער אזן בריטער פונדאמענט פאר די גרויסע געביידעס פון די אַנגעקלייבענע קאַנקרעטע פאקטען אזן ערפאהרונגען אויף די פערשיעדענע געביטען פון די וויסענשאפ־טען.

קומענדיג צו דער וויסענשאפט פון פיזיק אזן מעכאניק, מיט וועלכער מיר ווילען אין דעם ביכעל בעקאנט מאכען דעם איינפאכען אידישען לעזער, געפינען מיר אויך אויס, אז זי האָט זיך אַנגעפאַנגען מיט דעם, וואָס זי האָט געזוכט צו פערשטעהען די איינפאכע געציי־גן אינסטרומענטען, וואָס דער מענש האָט ענדעקט אזן אנגעווענ־דעט אום לייכטער צו מאכען זיין ארבייט. אין זיינע בעשעפטי־גונגען צופריעדענצושטעלען זיינע קערפערליכע בעדירפנישע.

דער פּראקטישער געברויך פון אזעלכע איינפאכע מאשינען, ווי א לאַנגער דראַנג, א קלין, אן איינגעבויגענע ברעט איז שוין בעוואוסט געווען אין די גאר אלטע צייטען, אין די צייטען וועו די מענשהייט איז נאָך ניט אריינגעטראַטען אין איהר נעשיכטליכען לעבען.

אין די אויסגראַבונגען פון אשור אזן מצרים געפינט מען פיעלע שטיינער, אויף וועלכע עס זיינען אויסגעקריצט בילדער פון אָט די איינפאכסטע מאשינען, ווי א קלין, א שטאנג א. ז. ו., שפּעטער איז

פיזיק און מעכאניק אויסגעוואקסען אין אן אלגעמיינע לעהרע אי־בער די אבסטראקטע פרינציפען און פעסטגעשטעלטע געזעצען וועי־גען די ערשיינונגען פון בעוועגונג אין נאטור, וועגען די אלגעמיינע אייגענשאפטען פון אזעלכע אבסטראקטע בעגריפען ווי מאטעריע, ענערגיע, אייגענשאפטען ניט פון דער אדער יענער קאנקרעטער זאך, פון דעם אדער יענעם שטיין, פון דעם שטיק האלץ, פון דעם שטיק אייזען, נאר אייגענשאפטען וואס בעלאנגען צו אלע זאכען אויף דער וועלט אפילו צו דער זון, די שטערען, צו אלעם וואס ווירקט אויף אונזערע פינף חושים, צו אונזער אייגענעם קערפער און דעם גאנצען אוניווערסום.

דיעזע וויסענשאפטען פון פיזיק און מעכאניק זיינען געווארען די פונדאמענטען פון אלע אנדערע עקספערימענטאלע וויסענשאפ־טען; זייערע פעסטגעשטעלטע נאטור־געזעצען ווירקען איבעראל ניט נאר אין די טוידטע, אונארגאניש זאכען, זיי ווירקען אין יע־דען טהייל פון דער לעבענדיגער וועלט: פון מענשען, חיות און פלאנצען, זיי ווירקען אין יעדען איינצעלנעם אינדיווידואום און אין זיינע געזעלשאפטען.

ווי איף האב פריהער דערמאנט, איז מעכאניק און א גרויסער טהייל פון פיזיק צו היינטיגער צייט אזוי הויף ענטוויקעלט, אז איה־רע לעהרביכער הויבען אהן גלייף פון די אלגעמיינע אבסטראקטע פרינציפען, פון די אלגעמיינע געזעצע פון בעוועגונג און ענערגיע, וויי דיעזע געזעצען בעלויכטען אזוי גוט ווי אין די אבסטראקטע וויסענשאפטען פון מאטעמאטיק און געמעטריע, אונזערע קאנ־קרעטע ערפאהרונגען וועגען דעם ענין.

מעכאניק ווי דער וואָרט צייגט, האט זיך אנגעפאנגען פון שטודירען די מאשינען. צו היינטיגער צייט איז מעכאניק שוין ווייט ניט דאס, וואס זי איז געווען אין אנפאנג, זי נעהמט יעצט בריים ארום די לעהרע וועגען אלע זאכען, וואס בעוועגען זיך פון די גרעסטע, ווי די זונען און פלאנעטען, ביז די קלענסטע טהייל־ען. וואס מיט קיין פערגרעסערונג גלאז קען מען זיי ניט זעהען, די אטאמען און די מאלעקולען, פון וועלכע אלע זאכען זיינען צוזאמענ־געשטעלט.

די ערשיינונגען פון נאטור, אלע אהן אויסנאהמע, שטעלען פאר אונז פאר א וועלט, וואס האלט אימער אין בייטען זיך דורך דער אייביגער און אנאויפהערליכער בעוועגונג. מעכאניק איז, ווי דער פיזיקער קירכהאף דריקט זיך אויס, די וויסנשאפט פון בעוועגונג, און דאס הייסט מיט אנדערע ווערטער, אז איהר פעלד פון אונטערזוכונג איז די גאנצע נאטור.

מעכאניקע איז אויך די עלטסטע וויסנשאפט אין דער וועלט זי האט לאנג אוועקגעוואדפען די פראגען, ווארום, די זאכען בעוועגען זיך, און צי עקזיסטירען גאר די זאכען אין דער ווירקליכקייט? זי האט איבערגעלאזט די פרוכטלאזע פראגען פון "ווארום„ צו די מעטאפיזיקער, צו די טהעאלאגען און פילאזאפען. און האט זיך גענומען פאר די פראגע ווי אזוי די וועלט און די זאכען אין איהר בעוועגען זיך. מעכאניק האט די ערשטע גענומען קוקען אויף דער וועלט ווי זי איז, און איז צופריעדען געווען צו שטודירען און צו לערנען מיט אלע מעגליכקייטען. „ווי אזוי" די וועלט געהט, ווי אזוי די ערשיינונגען קניפען זיך איינע מיט די אנדערע, וועלכע רעגעלמעסיגקייט אדער געזעצליכקייט הערשט אין איהרע בעוועגונגען און אין איהרע איבערגאנגען פון איין פארמע צו דער אנדערער.

מיר וועלען אויך אנפאנגען מיט די איינפאכע מאשינען, מיט דעם, מיט וואס מאכאניק האט אין דער געשיכטע אנגעפאנגען איהר ענטוויקלונג. אפריהער וועלען מיר אבער מוזען געבען אייניגע קאפיטלען וועגען די עלעמענטארע בעגריפען פון מעכאניק, איידער מיר וועלען צוטרעטען צו דעם ענין פון די איינפאכע מאשינען. מיר וועלען מוזען געברויכען אזעלבע ווערטער ווי קראפט, בעוועגונג, רייבונג, א ז. ו. ו. און ווי אין יעדער וויסנשאפטליכער אבהאנדלונג מוז מען אפריהער פעסטשטעלען קלאר און דייטליך דעם פינקטליכען, שטרענגען בעגריף פון די ווערטער אדער טערמינען, וואס אויף זיי, ווי אויף א פונדאמענט, ווערט געבויט דער גאנצער ענין.

ערשטער קאפיטעל

פיזיקאליש ווי סענשאפטען בעהאנדלען די אלגעמיינע אי־גענשאפטען פון שטאף און בעוועגונג. וועגען זיי קען מען מיט זי־כערהייט זאגען, אז זיי שטעלען מיט זיך פאר דעם פונדאמענט פון אלע עקספערימענטאלע ווי סענשאפטען. די גע וצעען פון פיזיק הער־שען ניט נאר אין דער ניט־ארגאניש ער וועלט, זיי הערשען אי־בעראל איבער דער גאנצער נאטור: סיי אין דער טוידטער, סיי אין דער לעבענדיגער וועלט; לעבענדיגע ארגאניזמען און די מינדעם־טע טהיילען פון זיי זיינען דאך געמאכט פון שטאף, און אפילו די פונקציאנען, די לעבענדיגע פראצעסען פון די פערשיעדענע ארגא־נען, אזוי גוט ווי דאס לעבען אליין פון די ארגאניזמען, זיינען ענג פערבונדען און זיינען אבהענגיג פון די בעוועגונגען, וואס קו־מען פאר אין דעם שטאף אדער שטאפען, וואס שטעלען צוזאמען די ארגאנען, אין דעם שטאף פון די צעלען און געוועבען פון וועל־כע יערער ארגאניזם איז געבויט.

צו די פיזיקאליש ווי סענשאפטען געהערען אויגענטליך די דריי גרויסע צווייגען פון נאטור ווי סענשאפט; מעכאניק, פיזיק און כעמיע. מיר וועלען זיך מוזען אבשטעלען אויף א וויילע צו ער־קלערען דעם אונטערשייד פון דיעזע דריי צווייגען, פון וועלכע יע־דער איינער איז צו היינטיגער צייט אויסגעוואקסען אין א גרויסער זעלבסטשטענדיגען בלום, און מיר מוזען אנצייגען וועלכע נאטור ערשיינונגען געהערען צו מעכאניק, וועלכע צו פיזיק און וועל־כע צו כעמיע.

אין די שפעטערדיגע ארטיקלען וועט אויסקומען אבצושטעלען זיך אויף א מעהר פינקטליכען אנאליז פון דעם בעגריף „קראפט". די מאדערנע מעכאניק און פיזיק וואלטען גערן אויסמיידען אין גאנצען דעם ווארט, די קראפט, ווייל עס רופט ארויס פאלשע בע־גריפען, דערוויילע וועלען מיר דאך מוזען בענוצען זיך מיט דעם ווארט, און געבען א קורצע ערקלערונג וועגען דעם זין, אין וועלכען דאס ווארט קראפט ווערט געברויכט אין פיזיק.

יעדע פערענדערונג אין א זאך, די קלענסטע פערענדערונג, וועלכע מיר קענען קוים בעמערקען, מוז איהר אורזאכע האבען. שטעלט זיך פאר אז דער טעלעגראף, עלעקטרישע בעלייכטונגען, עלעקטרישע וואגאנען אזן נאך פיעלע אנדערע טויזענדע ענדערונגען וועלכע זיינען שוין געמאכט געוואָרען אזן וועלכע וועלען נאך געמאכט וועַרען אין דעם געביט פון עלעקטריציטעט, שטעלט זיך פאר אז אלע דיעזע גרעסטע אזן וואונדערליכע ענדעקונגען פון דעם לעצטען יאהרהונדערט, האבען זיך אנגעפאנגען פון א פוסטע זאך, פון א שפיעל, פון דעם פאקט אז וועז מען רייבט א גוטאפערטשענעם קאם אן א שטיקעל וואל אדער פלאנעל, בעקומט דער קאם נייע אייגענשאפטען : ער ציהט צו קלייניע שטיקלעך פאפיער, לייכטע שטיקלאך האלץ א. ז. וו., דיעזע נייע סארט פערענדערונג אין קאם וועז מען רייבט איהם אן א שטיקעל גלוואנט, א פערענדערונג וואס האט ניט געקענט ערקלערט וועַרען דורך קיינע קראפטען אדער סיבות וואס זיינען צו יענער צייט בעוואוסט געוועז. אבער וועז פאר דעם נייעם סארט פארענדערונג האבען זיך געזומען אזועלכע דיינקער אזן נאטורפארשער ווי גילבערט אזן נויטאן, האבען זיי אויסגעפונען גאנצע נייע רייהען פון פערענדערונגען וואס קומען פאר אין נאטור, פערענדערונגען וואס שטאמען אלע פון איין סיבה, אזן די וועלט איז בעקאנט גלוואָרען מיט א נייע קראפט-עלעקטריציטעט (עלעקטראן הייסט אין גריכיש ברוסטין, אין ברוסטין האט מען נאך פריהער אין דעם אלטען גריכענלאנד בעמערקט דיעזע פערענדערונג וועז מען רייבט איהם אז גלוואנט) א קראפט וועלכע שפיעלט א גרויסע ראלע אין דער נאטור, וועלכע מאכט דעם דונער אזן בליץ, יעלכע העלפט מאכען דעם האגעל, א קראפט מיט וועלכער מיר בענוצען זיך יעצט אין הונדערטע וועגען.

איהר שטעלט ארויף א מאפ וואסער אויף א הייסען אויוועז, די וואסער הויבט זיך אן צו פערענדערען, זי וועַרט וואַרעם, זי וועַרט היים, זי זידט, זי וועַרט פערוואנדעלט אין דאמפף, אלע דיעזע פערענדערונגען מוזען זיין רעזולטאטען פון א סיבה.

אלע אורזאכען, אלע סיבות, וועלכע בריינגען גלוויסע סארטען פערענדערונגען, אייגענארטיגע מינים בעוועגונגען אין נאטור, הייסען אין וויסענשאפט קרעפטע. מיט יעדער קראפט זיינען פערקרי-

פּעלט און פערבונדען צוּהלרייכע רייהען פון ערשיינונגען און פערענ־
דערונגען אין די זאכען. ביז יעצט זיינען דייטליכער אויסגעפּרשט
געוואָרען נאָר 6 פערשיעדענע קרעפטען, דורך וועלכע מיר קענען דעם
גרעסטען טהייל פון די ערשיינונגען פון דער נאַנצער נאטור־וועלט
ערקלערען.

אויסער די זעקס קראפטען איז נאָך פּאראן איין קראפט, וועל־
כע הערשט אין אלעם, וואָס לעבט: אין פלאַנצען, חיות, מענשען
און גענעלישאפטען, די קראפט איז נאָך נאַנץ טונקעל פאר אונזער
פערשטאַנד, אייניגע צווייפלען אפילו אין איהר עקזיסטענץ, אָבער
די אנדערע זעקס קראפטען וועלכע הערשען אין דער אונארגאַנישער
וועלט זיינען שוין פיעל מעהר בעקאַנט און אויסגעפּרשט, און זיי
ווערען צוטהיילט אין דריי טהייל: מעכאַנישע, פיזישע און כע־
מישע קראפטען. די מעכאַנישע קראפט איז א קראפט, וועלכע מאכט
גאַנצע קערפער, גאַנצע שטיק שטאָף זיך צו בעוועגען. וועז א שטיין
פאלט צו דער ערד, דאָס הייסט אונזערע אויגען זעהען דעם גאַנצען
שטיין אין בעוועגונג, וועז די רעדער אין די מאשינען דרייהען זיך
און קלאפען, דאז זאגען מיר, אז זיי טהוען מעכאַנישע ארבייט, און
דאָס זיי זיינען בעוועגט דורך א מעכאַנישע קראפט. אלע קרעפטען
וואָס פערענדערען די בעוועגונג פון דעם גאַנצען קערפער ווי איין
שטיק, סיי זיי בריינגען א זאָך, וואָס רוהט אין בעוועגונג, אָדער
פערקעהרט א זאָך, וואָס בעוועגט זיך צו רוהע, סיי זיי פערוור־
זאכען, אז די זאָך זאָל זיך אָנהויבען צו בעוועגען שנעלער, אָדער
לאַנגזאַמער, סיי זיי בייטען די ריכטונג פון דער בעוועגונג הייסען
מעכאַנישע קראפטען. דאַרום איז די קראפט, וואָס מאכט די בעוועל־
גונג פון דער ערד, פון אלע אנדערע פלאַנעטען, פון די שטערען,
פון דער זון א מעכאַנישע קראפט וויל זי מאכט א בעוועגונג אין
די הימלישע קערפער, ווירקענדיג אויף זייער נאַנצער מאסע צוזאמען
ווי אויף איין שטיק; דאַרום איז די קראפט, וואָס מאכט אז אלע זאַ־
כען זאָלען פאלען אויף דער ערד, א מעכאַנישע קראפט, וויל זי
מאכט די זאָך זאָל זיך בעוועגען ווי איין שטיק.

אָבער אויסער מעכאַנישער קראפט זיינען פערהאַנדען אנדערע
קרעפטען וואָס מאכען פערענדערונגען אין שטאָף, בעת אונזער אויג
בעמערקט קיינע בעוועגונג. נעהמט צום ביישפּיעל דעם טעלעגראַ־

פישען דראָט, די שארפסטע אויג וועט ניט בעמערקען קיין אונטער־
שיעד אין דעם דראָט וועז א דעפּעשע וועלט נעשיקט, קיינע בעוועג־
גונג איז צו זעהען אין דעם דראָט. ער זעהט אוים גראדע דער זעל־
בער, וועז די דעפּעשע גענהט דורך איהם דורך אָדער ניט. אוז דאָך
קומט פּאַר א גרויסע פערענדערונג אין דעם דראָט, וועז מיר שיקען
א דעפּעשע, פּרוביירט איהם נאָר אנריהרען אין דער צייט וועז א
דעפּעשע לויפּט דורך, דורך איהם אוז איהר וועט גלייך דערפיהלען
די פערענדערונג. אויב עס איז דאָ א גרויסע פערענדערונג אין דעם
דראָט, מוז דאָך, ווי מיר האָבען געזעהען, די פערענדערונג האָבען אַז
אורזאכע, א קראפט וואָס מאכט דיעזע פערענדערונג. די קראפט,
וואָס מאכט דיעזע פערענדערונג, הייסט עלעקטריציטעט. דער דראָט
מיט דער דעפּעשע איז עלעקטריזירט. אָבער ווי איהר זעהט די
קראפט פון עלעקטריציטעט, ווירקענדיג אויפ'ן דראָט, מאכט קיין
בעוועגונג אין דעם דראָט ווי איין גאַנצע שטיק שטאָף.

עס פרעגט זיך וואָס פאר א בעוועגונג האָט דיעזע קראפט נע־
מאכט? די עלעקטריש קראפט האָט קיין בעוועגונג נעמאכט אין
דעם גאַנצען שטיק דראָט, אָבער זי האָט א שפּעציעלע בעוועגונג
נעמאכט אינווייניג אין די קלייגע טיילכעלאָך פון דעם דראָט.

די קלייגע טיילכעלאָך, פון וועלכע יעדע שטיק שטאָף בעשטעהט,
הייסען מאָלעקולען. אָלע קראפטען וואָס ענדערען די בעוועגונגען
פון די מאָלעקולען אוז ניט פון דער גאַנצער זאך ווי איין שטיק, הייי־
סען פיזישע קראפטען. דאָרום איז עלעקטריציטעט א פיזישע
קראפט. דער שטיק דראָט דורך וועלכען די פיזישע קראפט פון
עלעקטריציטעט געהט דורך, וועז מען שיקט א דעפּעשע, בלייבט
אונפערענדערט, דערפאר אָבער וועלען פערענדערט די פערהעלטני־
סע פון זייגע קלייגע טיילכעלאָך אוז זייערע בעוועגונגען.

ריכטיגע פיזישע קראפטען האָבען מיר פיער—עלעקטריציטעט
אוז מאגנעטיזם, היץ אוז ליכט.

איהר לעגט אריין א לעפּעלע אין א הייס גלאָז טעה, די אויג
בעמערקט ניט קיינע פערענדערונגען אין דעם לעפּעלע, אוז דאָך
וועז איהר ריהרט איהר אַז, פיהלט איהר, אז די לעפּעלע איז הייס,
א פערענדערונג איז דאָ פאָרגעקומען, די קראפט אָדער אורזאכע
וואָס האָט געמאכט די ענדערונג, איז אנאַנדער פיזישע קראפט, די

קראפט פון היץ, זי איז א פיזישע קראפט, ווייל זי ווירקט נאר אויף די קלייגע טיילכעלאך פון די זאכען, מאכענדיג א נייע סארט בעוועגונג אין זיי, אבער דער שטיק שטאל ווי איין גאנצעם בלייבט אונפערענדערט. וועז איהר נעהמט א שטאלענע נאדל און רייבט איהר אן מיט א מאגנעט, ווערט די נאדל אויך א מאגנעט. ווי איהר קוקט אן די שטאלענע נאדל פאר דעם איידער זי איז געווארען א מאגנעט און נאך דעם , וועט איהר קיין ברעקל אונטערשיער ניט קענען געפינען, און דאך האט די נאדל וועז זי איז געווארען א מאגנעט א נייעם אייגענשאפט אין זיך געקראגען, א אייגענשאפט אייזען צו זיך צו ציהען, א אייגענשאפט וועלכע זי האט פריהער אין זיך ניט געהאט, א פערענדערונג איז אין דער נאדל פארגעקומען, און די אורזאכע אדער די קראפט וואס האט די פערענדערונג ארויסגערופען, איז אויך א פיזישע קראפט, דהיינו די קראפט פון מאגנעטיזם.

אין אלע דיעזע פאלען האבען די פיזישע קרעפטען געמאכט פערענדערונגען אין דער בעוועגונג פון די קלייגע טהיילכעלאך פון שטאף אין דער צייט, וועז ער ווי איין גאנצע שטיק פערבלייבט אין דער זעלבער לאגע ווי פריהער און זעהט אויס ווי פריהער. בלויז די לעצטע פיזישע קראפט, די קראפט פון ליכט מאכט יע אין די זאכען, אויף וועלכע זי ווירקט, א פערענדערונג אין דעם אויסזעהען. מיר זעהען ווי זיי הויבען אן צו שיינען, אבער דאך רופט זי אויך ניט ארויס קיינע בעוועגונגען אין דעם גאנצען שטיק שטאף, ווי ליכטיג עס זאל ניט זיין. אלץ טאקע בלייבט ליכט א פיזישע קראפט ווייל זי פעראורזאכט בעוועגונגען ניט אין דעם גאנצען שטיק שטאף, נאר אין די מאלעקולען פון שטאף. דערפאר רופען די פיזיקער די אלע פיער פיזישע קרעפטען ; היץ און ליכט, עלעקטריציטעט און מאגנעטיזמוס — מאלעקולארע קרעפטען.

די מעכאנישע קרעפטען און די פיזישע שטעהען ניט אזוי שטארק אבגעזונדערט, דאס איינע זאל קיין מאל ניט פערוואנדעלט ווערען אין די אנדערע, גראדע פערקעהרט : זיי געהען גאנץ אפט איבער איינע אין די אנדערע.

אויב מען קלאפט שטארק מיט'ן האמער, דאס הייסט, אז

מען בעווענט דעם האמער מעכאניש, ווערט ער דערביי דערהיצט און פערקאהרט: פון דער קראפט פון היץ, מיט וועלכער מיר פער־וואנדלען וואסער אין דאמפף, ווערט בעשאפען די מעכאנישע קראפט וואס טרייבט דעם לאקאמאטיף. און אזוינע ביישפיעלע קענען מיר געפינען מאסען, וועו די מעכאנישע קראפט ווערט פערוואנדעלט אין פיזישע און פערקאהרט. גראדע אזוי ווי פון איין פיזישע קראפט ווערט געשאפען אן אנדערע פיזישע קראפט. וועגען דעם איבער־גאנג פון מעכאנישע קראפט אין פיזישע ווערט אונז נאך פילייכט געלינגען צו ריידען מיט מעהר אויספירליכקייט אין א בעזונדער קאפיטעל. יעצט בלייבט אונז אין קורצען צו בעטראכטען די איינ־צעלנע קראפט וואס איז איבערגעבליבען, דהיינו די כעמישע קראפט. אדער ווי זי הייסט אין וויסענשאפט די קראפט פון כע־מישער פערוואנדשאפט.

סיי די מעכאנישע, סיי די פיזישע קרעפטען קענען ניט מא־כען קיינע זאכען אדער נייע קערפער, זיי קענען נור ענדערען די אייגענשאפטען פון דער זאך, אבער די זאך גופא בלייבט ווי זי איז געווען. וועו דער עפעל פאלט אראב פון בוים דורך דעם וואס ער ווערט צוגעצויגען פון דער ערד, בלייבט ער אלץ דער זעלבער עפעל. דורך דער ווירקונג פון דער מעכאנישער קראפט, דער צוציהונגס־קראפט צווישען דעם שטאף פון דער ערד און דעם שטאף פון דעם עפעל, האט דער עפעל בעקומען א נייע אייגענשאפט, ער איז זיך געהאנגען גאנץ רוהיג און יעצט, וועו די פערבינדונג מיט'ן בוים ווערט שוואך, הויבט ער זיך אן צו בעווענען אדער צו פאלען צו דער ערד. ווי נאר ער קומט אבער צו דער ערד, בלייבט ער דער זעלבער עפעל ווי געווען. דער דראט דורך וועלכען די עלעקטריציטעט פליסט, טראגנדיג נייעם פון עק וועלט צום אנ־דערען, בלייבט דערזעלבער דראט. כל זמן די עלעקטרישע קראפט פליסט דורך איהם, קריגט ער נייע אייגענשאפטען, אבער דער שטאף זעלבסט בייט זיך ניט, ער איז געווען א קופערנער אדער אן אייזערנער דראט פאר דעם און ער איז פערבליבען דאס זעלבע נאך דעם.

די זעלבע זאך איז ריכטיג וועגען דער הייסער לעפעלע וואס איז דערהיצט געווארען דורך די קראפט פון היץ, דער שטיקעל

קויל וואס שיינט אזוי פיין און העל אין די עלעקטרישע לאמפען, וועו א שטארקער שטראם פון עלעקטריציטעט געהט דורך, דורך איהם, בלייבט אלץ קויל; און ווי נור דער שטראם הערט אויף, בלייבט פון איהם א שווארצער און דונקעלער קויל גלייך ווי ער וואלט נאר קיין מאל ניט געלויכטעט מיט אזא פראכט.

אבער גאנץ אנדערש איז די זאך מיט דער כעמישער קראפט. די אנדערע קרעפטען בעשאפען נאר אייגענשאפטען, די כעמישע קראפט אבער בעשאפט זאכען, זי מאכט איבער די זאכען, זי מאכט פון איין זאך צווי אדער מעהרערע זאכען, אדער פון מעהר זאכען איין זאך מיט גאנץ נייע אייגענשאפטען. די כעמישע קראפט צווינגט געווייסע מאטעריען אדער עלעמענטען צו פערבינדען זיך מיט אנדערע מאטעריען אדער עלעמענטען, וועו די קויליען ברענען און גליהען איז אויוועו, ווירקט אויף זיי די כעמישע קראפט אדער די כעמישע פערוואנדשאפט, וועלכע עקזיסטירט צווישען קויליען און דעם זויערשטאף פון דער לופט. דיעזע קראפט טרייבט דעם זויערשטאף פון דער לופט ער זאל זיך פערבינדען אין איין קערפער, אין א נייעם געגענשטאנד מיט די קויליען. און די פאלגע פון דער ווירקונג פון דיעזער קראפט איז דער געבורט פון א נייעם קערפער, א נייעם גאז, וועלכער הייסט קויליען־זויער־גאז, הערט אויף די כעמישע קראפט וואס האט זיי געטריבען צו פעראייניגען זיך. זיינען די קויליען ניט מעהר קויליען, און דער זויער־שטאף ניט מעהר זויערשטאף. זיי זיינען ביידע פערשוואונדען געווארן, דורך כעמישער קראפט, וואס איז געווען אין זיי, אין זייערע שטאפען, האבען זיי זיך בעהעפט, און דערפון איז געבארען געווארען א נייער קערפער, א נייער גאז. דער גאז בעשטעהט מאקע פון קויליען און זויער־שטאף, אבער ער האט ניט די אייגענשאפטען ניט פון די קויליען און ניט פון דעם זויער־שטאף. קויליען זיינען הארט און שווארץ און זיינען פעהיג צו ברענען. און דער נייער גאז קויליען־זויער איז ניט הארט און ניט שווארץ און קען ניט ברענען. דער זויער־שטאף, ווידער איז א זעהר ענערגישער גאז. אהן איהם קען גאר ניט ברענען, ער האלט אויף דעם פייער. דער נייער גאז איז פיעל שווער דער ווי זויער־שטאף, ער איז פיעל וויניגער טהעטיג ווי דער זויער־

ישטאף. און ניט נאר איז דער זויער־גאז אונפעהיג צו ברענען, ער לעשט זאגאר דעם פייער.

דאס צייגט אונז, אז פון דער כעמישער קראפט וואס ווירקט אויף איין סארט מאטעריע אזוי און אויף אן אנדערע אנדערש, ווערען בעשאפען נייע געגענשטענדען מיט גאנץ נייע אייגענשאפטען, וואס בלייבען אין דער זאך אפילו נאכדעם ווי זייער פערײניגונג האט זיך געענדיגט. אום צוריק צו בעקומען די קוילען למשל פון דעם קוילען זויער־שטאף מוז מען קריגען אוא מין שטאף, וועלכער זאל האבען א שטארקערע פערוואנדשאפט צו פערבינדען זיך מיט דעם זויער־שטאף ווי די קוילען, און דאן וועט דער זויער־שטאף אוועקגעלאזען זיין פערבינדונג און וועט זיך פערבינדען מיט דעם נייעם שטאף. און דאן וועט איהר קריגען די קוילען ווייטער ריין און פריי ווי פריהער.

אויך זאל מען ניט מיינען, אז די כעמישע קראפט איז א גאנץ בעזאנדערע קראפט, וואס האט מיט די אנדערע מעכאנישע און פיזישע קרעפטען גאר ניט צו טהאן. גראדע פערקעהרט: די פיזישע קרעפטען פון ליכט, היץ און עלעקטריציטעט העלפען פיעל דער כעמישער קראפט. אם מייסטען העלפען דיעזע פיזישע קרעפטען צו פערגרעסערען די כעמישע פערוואנדשאפט, אמאל אויף צו פערקלענערען. וועז מען לאזט אן עלעקטרישען שטראם פלייסען דורך וואסער, שוואכט אב דיעזער שטראם די כעמישע פערבינדונג צווישען וואסער־שטאף און זויער־שטאף, וועלכע אין כעמישער צוזאמענהעפטונג מאכען דעם וואסער, און דאס וואסער ציטהיילט זיך אויף זיינע צוויי טהיילען, אדער עלעמענטען: וואסער־שטאף און זויער־שטאף. אין וואסער זיינען די 2 גאזען, כעמיש פערבונדען, דאס הייסט צווישען די צוויי גאזען — וואסער - שטאף און זויער־שטאף — איז אזא גרויסע כעמישע פערוואנדשאפט, וועלכע האלט זיי צוזאמען פערבונדען אין וואסער, אבער וען עלעקטריציטעט געהט דורך דעם וואסער, שוואכט אב די עלעקטרישע קראפט די פערוואנדשאפט פון די עלעמענטען, און דאס וואסער פאלט זיך פענאנדער אין די צוויי גאזען פון וועלכע עס איז געמאכט געוואָרען. עס טרעפט אויך פערקעהרט, אז די כעמישע קראפט

וועלט פערוואנדעלט אין פיזישע קרעפטען. ברענען איז א פּראָצעס פון כעמישע פעראיניגונג צווישען די מאטעריאלען וואָס געפינען זיך אין האלץ, אין קערָאסין א. ז. וו., מיט דעם זויער־שטאָף פון לופט. אָבער דערבייַ ווערען אויך ענטוויקעלט אַנדערע פיזישע קרעפטען ווי ליכט, היץ א. ז. וו., דיעזער איבערגאנג פון איין קראפט צו די אנדערע פיהרט אונז ארויף אויף'ן געדאנק, אז אלע קרעפטען זיינען נאָר פערשיעדענע פאָרמען פון דער אלגעמיינער קראפט אדער בעווענונג. וואָס געפינט זיך אין שטאָף.

עס איז זעלבסט פערשטענדליך אז די ערשטע פון די דריי פיזיקאלישע וויסענשאפטען האָט זיך ענטוויקעלט מעכאניק, וויל זי האָט אָנגעהויבען צו בעטראכטען די בעווענונגען וואָס יעדער קען זעהען, די בעווענונגען פון גאנצע שטיקער שטאָף.

צווייטער קאַפּיטעל

בעוועגונג און רוהע.

דאכט זיך, וואָס קען שוין זיין איינפאַכער ווי די דאָזיגע צוויי ענטגעגענזעצטע צושטענדען פון מאַטעריע, יעדע זאַך געפינט זיך אַדער אין דעם צושטאַנד פון בעוועגונג אַדער אין דעם היפּך פון בע־ווענונג, דאָס הייסט אין דעם צושטאַנד פון אונבעוועגליכקייט אַדער רוהע, און דאָך, אויב מיר טרעטען צו צו בעטראַכטען דעם ענין אַביסעל טיפער, וועלען מיר גלייך דערזעהן אז די זאַך איז גאָר ניט אַזוי איינפאַך ווי עס האָט זיך אונז געדאַכט פון אויבען אויף, א מאָן פאַהרט אויף א וועליסאַפעד, דער וועליסאַפעד בעוועגט זיך, דאָס זעהען אַלע, ניט נאָר דערפאַר וואָס איהר זעהט, אַז זיינע רע־דער דרעהען זיך, נאָר הויפּטזעכליך דערפאַר, וואָס איהר זעהט דעם וועליסאַפעד אין איין מאַמענט דא און אין דעם צווייטען מאַמענט שוין אויף איין אַנדער פלאַץ וויט פון אייך, אַזוי ווי צוואַמען מיט'ן וועליסאַפעד ערווייטערט זיך אויך פון אייך דער מענש וואָס זיצט אויף איהם, זאָגט איהר דאָך, אז דער מאָן בעוועגט זיך, עס מאכט נאָר וועניג אויס צי דער מאָן מוז צולייעב דעם צוועק ארבייטען אַדער בעוועגען מיט זיינע פים צי ניט, דער מאָן וואָס ארבייט מיט זיינע פים אום צו טרייבען דעם וועליסאַפעד, קען דאָך נעהמען מיט זיך א צווייטען, וועלכער קען זיך זיצען נאָנץ רוהיג און איהר וועט מוזען צוגעבען אז די ביידע מענשען פאַהרען אַדער בעוועגען זיך מיט דער זעלבער שנעלקייט, דער צווייטער אַזוי גוט ווי דער ערשטער, וואָס מוז מאכען גענויסע קערפערליכע בעוועגונגען אום צו טרייבען דעם וועליסאַפעד. אַדער נאָך בעסער, נעמט אַזא ביישפּיעל, א מאָן גהט ארום אויפ'ן דעק פון א שיף, וואָס בעוועגט זיך מיט א גענויסער שנעלקייט און האלט אין האנד א באל, אַדער ווי מען רופט דאָס אין רוסלאנד א פילקע; אויב ער שפּיעלט זיך מיט'ן באל און וואַרפט איהם ארום, וועט דאָך יעדערער מוזען צוגעבען, אז דער באל בע־וועגט זיך: קענען מיר דען זאָגען אז ער בעוועגט זיך ניט, ווען דער מאָן האלט איהם אין זיין האנד, און שפּאַציירט ארום איבער'ן שיף מיט'ן באל אין זיין האנד? און ווען אפילו דער מאָן זאל אויפהע־

רעזן צו שפּאצירען אויפֿ'ן דעק פון שיף, און זיך רוהיג אוועקזעצען אויף א שטול אדער ליגען רוהיג אין זייז בעט און שלאפֿען, קענען מיר דען זאגען, אז דער מאן איז אין א צושטאנד פון פאלקאמענער רוהע און ער בלייבט אימער אויף איין פלאץ, כל זמן די שיף, אויף וועלכער ער געפינט זיך, זעצט פאר די רייזע און בעוועגט זיך אימער פארט מיט דער זעלבער שנעלקייט און בלייבט ניט שטעהן אויף איין ארט. און וען אפילו עס שטעלט זיך אב די שיף, און דא דאכט זיך אונז האבען מיר דאך געווים א פאלקאמענע רוהע, דאן בלייבט דאך די שיף מיט'ן מאן מיט'ן באל אין זיין האנד אויף איין פלאץ, איז דאם נאך אלץ קיין פאלקאמענע רוהע. דאם וועט נאר הייסען אז די שיף מיט אלע זאכען און מענשען וואם געפינעז זיך אין איהר וועלען בלייבען אויף דעם זעלבען פלאץ, אויף דעם זעלבען פונקט אויף דער ערד. מיר ווייסען דאך אבער, אז די ערד גופא בעוועגט זיך און דרעהט זיך אויף איהר אייגענער אקס מיט א שנעלקייט פון טויזענד מייל א שטונדע ביים עקוואטאר, עטוואם וויניגער אין די פלעצער וואם זיינען ערווייטערט פון דעם עקוואטאר, און צו דערזעלבער צייט טראגט זיך די ערד מיט אן אונגעהייערער שנעלקייט פון אכצהן מייל יעדע סעקונדע אין א ראד ארום דער זון. און די גרויסע מאיעסטעטישע זון אליין, דער קוואל פון ליכט און וואַרעמקייט, פון לעבען און בעוועגונג דא אויף דער ערד און אויף אלע אנדערע פלאנעטען וואם דרעהען זיך אין זייערע קרייזען אדער עליפסען ארום איהר, ווי עס איז יעצט פעסטגעשטעלט געווארען, שטעהט ניט אויף איין פלאץ, נאר זי טראגט זיך מיט א ערשטוינענדע גע־שווינדקייט אין דעם אלל־וועלטליכען רוים, אין וועלכען זי, די גרויסע סע און מעכטיגע זון, זעהט אוים ניט מעהר ווי א קליין אונבעדיי־טענדע פינטעלע. הייסט דאם אז אן אבסאלוטע רוהע, א צושטאנד פון ניט בעוועגונג איז נאר אויף דער וועלט ניטא, ניט מיר ווייסען און ניט מיר קענען נאר ווייסען פון אזא צושטאנד.

וועז מיר רעידען שוין יא פון רוהע, מיינט מען מיט דעם ניט די אבסאלוטע רוהע, נאר א פערהעלטניסמעסיגע אדער רע־לאטיווע רוהע, דאם הייסט אין פערגלייך מיט אנאנדער געגענ־שטאנד, דאם זעלבע איז אויך מיט דעם וואַרט "בעוועגונג„ אין

דעם מעכאניזשען זין. עס איז אמת, אז אין דער נאטור הערשט איבעראל דער פּרינציפּ פון בעוועגונג, ווי מיר האָבען פריהער געזאָגט, דער צושטאנד פון ניט־בשוועגונג איז ניטאָ אין דער פיזיקאַלישער וועלט, אויב עס בעוועגט זיך ניט דער נאנצער קער־פּער, דער נאנצער שטיק שטאָף, בעוועגען זיך דאָך זיינע קליינע טיילבעלעך, די זאָגענאַנטע מאָלעקולען און די אטאמען אין די מאָלעקולען. אָבער וועז מיר געברויכען דאָס ווערט אין מעכא־ניקע און מיר זאָגען, אז די אָדער יענע זאך בעוועגט זיך, מיינען מיר מיט דעם קיין אנדערע זאך ווי צו בעהויפּטען, אז די זאך בייט פון צייט צו צייט איהר לאָגע אין פערגלייך מיט אן אנדערע זאך.

אין די מייסטע פעלען איז די אנדערע זאך, מיט וועלכער מיר פערגלייכען זיי, די ערד אליין און מיט די זאכען וואָס שטעהען פעסט אויף איהר ווי די בערג, די בוימער די הייזער, א. ז. ו. אמאל זיינען דאָס אנדערע זאכען ארום אונז. וועז א ראָד, א דרייר־דעל, אָדער ווי עס הייסט אין ענגליש א טאָפּ, דרעהט זיך אויף איין אָרט, הייסט דאָס, אז עד בעוועגט זיך אין פערגלייך מיט דעם טיש, אין פערגלייך מיט די וועלט, אָדער מיט די אנדערע ארומיגע זאכען; אָט איז אין איין מאָמענט דאָס זייטעל פון דעם טאָפּ, אָדער דער פונקט פון דעם ראָד געווען נאָהנט צו דער וואנט, און אָט האָט אין א צווייטען מאָמענט דיעזעלבע זייטעל, דערזעלבער פונקט געביטען זיין לאָגע און האָט זיך דערווייטערט פון דער וואנט.

מיר האָבען אויבען געזאָגט, אז מעכאניק בעטראכט די בע־וועגונגען, וואָס יעדער קען זעהען. דאָס איז ריכטיג נאָר אין בע־צוג אויף די הארטע אָדער פליסיגע שטאָפען. ווי איז אָבער דער פאל מיט די מאססען שטאָפען וואָס געפינען זיך אין דעם צו־שטאַנד פון גאזען, ווי די לופט וואָס רייגעלט ארום אונזער ערד, וואָס איהר מאסע הריקט אויף יעדער קוואדראט פוס (דאָס הייסט א פוס אין דער בריים אין א פוס אין דער לייגג) מיט א כוח פון איבער צוויי טויזענד פונט? דאָס וואָס מיר קענען ניט זעהען די שטאָפען מאכט א קנאָפען אונטערשיעד, כל זמן מיר ווייסען, כל זמן מיר בעגרייפען אז זיי בעוועגען זיך אלם א מאסע שטאָף, און

בייטען זייער לאנג פון צייט צו צייט רופען מיר די בעוועגונג פון די מאסען לופט אדער אנדערע גאזען מעכאנישע בעוועגונגען. וועו אין ווינטער־צייט וועלען די טייכען אין די קאלטע געגענדען בעדעקט מיט אייז, וויסען מיר דעו ניט, אז די מאסען וואסער אונטער'ן אייז, בעוועגען זיך נאנץ אנאל, צי מיר זעהען זיי צי ניט?

אז א ראד דרעהט זיך זעהר שנעל, הערען מיר אויף צו זעהען זיין בעוועגונג, הייסט דאס דעו, אז דער ראד געפינט זיך אין א צושטאנד פון רוהע דערפאר, וואס מיר קענען ניט זעהען זיין בע־וועגונג? אויב איהר קענט די בעוועגונג ניט פיהלען מיט די אוי־גען, פרופט נאר אנטאפען דעם ראד, וועט ער שוין נאר גוט דער־פיהלען זיין צושטאנד פון בעוועגונג. אזוי דערפיהלען מיר די בעוועגונגען פון נאזען, אויב ניט מיט די אויגען, איז מיט די אויערען, מיט דער נאז, מיט'ן גאנצען גוף, א בלינדער הערט מאנ־כעם מאל די בעוועגונגען פון מאנכע זאכען, ווי די בעוועגונגען פון א צוג, פון קארעטען, פון מענשען, א. ז. ו. דורך די לופט בעוועג־גונגען וואס זיי פעראורזאכען, פיעל בעסער ווי מיר זעהענדיגע טהוען דאס מיט די אויגען.

מיר ווייסען אלע, אז די זאכען דא אויף דער ערד בייטען זעהר אפט דעם צושטאנד פון רוהע אויף דעם צושטאנד פון בע־וועגונג אוו פארקעהרט. וועו מיר בעטראכטען די אומשטענדען אדער אורזאכען, וואס רופען ארויס דעם איבערגאנג פון איין צו־שטאנד צו דעם אנדערען, נעפינען מיר אז איין כאראקטעריסטי־שע אייגענשאפט גילט פאר אלע זאכען סיי אין רוהע סיי אין בע־וועגונג, אוו דאס איז די נייגונג, די טענדענץ פון זיי אלע צו פער־בליבען אויף אימער אין דעם צושטאנד אין וועלכען זי נעפינט זיך; א מין קאנסערוואטיזם. א ווידערשטאנד נעגען בייטען דעם צו־שטאנד. נעפינען מיר די זאך אין א צושטאנד פון רוהע אין פער־גליך מיט אן אנדערע זאך, שטרעבט זי צו פערבליבען אזוי אימער אוו פערקעהרט; הויבט זי זיך אן צו בעוועגען, האט זי די זעלבע טענדענץ אויף אימער אלץ ווייטער אוו ווייטער אוועק־צוגעהען פון דעם גענענשטאנד, אלץ מעהר אוו מעהר צו פערגרע־סערען די שטרעקע צווישען איהר אוו דעם גענענשטאנד, מיט וועל־כען זי האט זיך פריהער פערהאלטען אין א צושטאנד פון רוהע.

מיר מוזען זיך אביסעל לענגער אפשטעלען אויף דיעזער אל־
געמיינער אייגענשאפט פון אלע זאכען אין דער וועלט אויפצוהאלטען
אויף אייביג דעם צושטאנד פון רוהע, אדער בעוועגונג אין וועל־
כער זיי געפינען זיך, דאס יעדע זאך וואס געפינט זיך אין רוהע,
מוז אימער בלייבען אין רוהע, ביז וועלכע עס איז אורזאכע וועט
איהר פון דיעזע רוהע אריוספיהרען און פערקעהרט, וועז א זאך
בעוועגט זיך מוז זי זיך אימער בעוועגען מיט דער זעלבער געשווינד־
קייט און אימער אין א גלייכער ליניע, ביז א קראפט אדער אור־
זאכע וועט ענדערען די געשווינדקייט, די ריכטונג אדער אין נאנצען
אפהאלטען איהר בעוועגונג. וואס א זאך קען פון זיך אליין, אהן
קיין שום אורזאכע ניט אנהויבען זיך צו בעוועגען, איז אזוי קלאר
פאר יעדען, אז וועגען דעם קענען מיר פערשפארען צו רעידען.
אבער אז, וועז אזא זאך איז אין בעוועגונג, קען זי פון זיך אליין
ניט קומען צו רוהע און מוז זיך אימער בעוועגען מיט דער זעלבער
שנעלקייט, דאס זעהט שוין אוים ניט אזוי קלאר, ווייל אין אמת'ן
זעהען מיר דאך גראדע פארקעהרט, אז א זאך וואס האלט זיך אין
בעוועגען, נעהט אלץ לאנגזאמער און שטעלט זיך אין א קורצע צייט
אין נאנצען אפ.

איהר גיט א קייקעל א באלל איבער'ן טראטואר, קייקעלט
ער זיך וואס וויטער אלץ לאנגזאמער, ביז אין א גאנץ קורצער
צייט שטעלט ער זיך אפ. איהר לאזט אוועק דעם פאמפעדיקעל פון
א שטייענדיגען זייגער, שאקעלט ער זיך הין און צוריק א וויילע
ער שאקעלט זיך אלץ שוואכער און שוואכער, ביז ער שטעלט זיך
אין נאנצען אפ. איהר גיט א דרעה א דריידל אויף'ן טיש —
דרעהט ער זיך א וויילע אזוי האסטיג, אז מען זעהט קוים וואס דאס
איז; באלד אבער הויבט ער זיך אן צו דרעהען שוואכער און באלד
נאך שוואכער און אזוי וויטער ביז ער שטעלט זיך אין נאנצען
אפ און פאלט אנידער. דאס וויזט דאך, דאכט זיך, אז א זאך
וואס געפינט זיך אין בעוועגונג האט יא די טבע פון זיך אליין צו
נעהמען זיך בעוועגען לאנגזאמער און פון זיך אליין יא אין דער רוהע
צו קומען? דאכט זיך, וואס קען זיין ריכטיגער וויי די נאטירליכע
שלוסען, וואס יעדער ציהט פון די עטליכע אנגעצייגטע און טוי־
זענטער אנדערע עהנליכע ערפאהרונגען, אז עס ליגט אין דער טבע

פון יעדער זאך צו שטרעבען צו דעם צושטאנד פון רוהע, אוו אז אויסערליכע כוחות מוזען שטענדיג אנגעוועגדעט ווערען, ווען מען ווילֿ זיי האלטען אין דעם צושטאנד פון בעוועגונג, אוו אז אימער נייע פרישע שטויסען פון אויסערליכע קרעפטען זיינען נויטיג אום צו בייקומען זייער נאטירליכען ווידערשטאנד צו בעוועגונג.

גאנץ אויפאכע עקספערימענטען קענען אונז לייכט איבערצייגען אין דער פאלשקייט פון דיעזע אונזערע אויבענאויפעדיגע שלוסען. נעהמט אנשטאט א געווועהנליכען באל — א ביליארד-באל, וועלכער איז אבגעפאלירט אוו אבגעפאלירט אויפ'ן פיינסטען ארט, אוו אנשטאט די טראטואר שטיינער נעהמט א גלאטען, פיין געפאלירטען טיש אוו לאזט דעם ביליארד - באל זיך קייקלען אי-בער דעם גלאטען טיש, איהר וועט לייכט אויסגעפינען, אז מיט דעם זעלבען שטויס, מיט דער זעלבער קראפט וועט דער ביליארד-באל זיך קייקלען איבער'ן געפאלירטען טיש א פיעל גרעסערע שטרע-קע אוו פיעל לענגערע צייט, ווי עס וועט זיך קייקלען פון דעם זעלבען שטויס א באל איבער'ן טראטואר. דיעזעלבע קראפט איז דאכט זיך, געברויכט געוואלרען אין ביידע פאלען, אוו דאך איז דא אזא אונטערשיער אין דער צייט אוו אין דער שטרעקע פון דעם באל'ס בעוועגונג. מיר האבען נאר אביסל געביטען די אומשטענ-דען אונטער וועלכע דער באל בעוועגט זיך, מיר האבען נאר פער-קלענערט די רייבונג, וואס קומט געווהנליך פאר צווישען דער זאך וואס בעוועגט זיך אוו די זאכען, איבער וועלכע זי בעוועגט זיך, מיר האבען נאר אביסל אבגעראמט די שטערונג, וואס לאזט ניט די זאכען בעוועגען זיך אוו מיר האבען מיט דערמיט אליין, ניט אנוועג-דענדיג קיינע נייע, פרישע קרעפטען, פיעל פערלענגערט די בע-וועגונג אין דעם באל.

דאס זעלבע וועלען מיר אויך געפונען אין דעם פאל פון דעם פאמפעדיקל. וואס דינגר, וואס גלאטער מער וועלען מאכען די שפילקע אויף וועלכע עם הענגט דער פאמפעדיקל, וואס וויניגער עם וועט זיך אונז איינגעבען צו מאכען די רייבונג צווישען זיין הענגער אוו די זאכען אויף וועלכע דער פאמפעדיקל הענגט, אלץ לענגער וועט דער פאמפעדיקל זיך בעוועגען הין אוו צוריק פון

פּונקט דעם זעלבען שטוים. נאָך בעסער שטעלט אוועק דעם פּאָמ־
פּעריקעל אונטער א גרויסע גלאָז, פון וועלכער מען קען אַרויספּאָמ־
פּען מיט א לופט־פּאָמפּ די לופט, און די צייט פון זיין בעווע־
גונג וועט זיך פיעל, פיעל פערלענגערן. דאָס בעווייזט, אז די לופט
איז נאָך א שטערונג צו דער אונאויפהערליכער בעווענגונג פון זא־
כען. אויף אזא שטייגער, ביסלעכווייז אַבראָמענדיג איין שטערונג
נאָך דער אַנדערער, האָט זיך אונז אינגענעבען פיעל צו פערלענ־
גערן די צייט פון בעווענגונג אָהן די הילף פון וועלכע עס איז נייע
קראפט־שטויסען. עס פערשטעהט זיך, אז אונז וועט זיך קיינאָמל
ניט איינגעבען צו בעפרייען אין גאנצען די זיך בעווענגעדע זאך
פון וועלכער עס איז רייבונג מיט די אנדערע זאכען, די זאך בע־
ווענט זיך דאָך ניט אין דעם גרויסען וועלט־רוים, זי מוז דאָך קו־
מען אין בעריהרונג מיט די זאכען איבער וועלכע זי בעווענט זיך,
אַדער אויף וועלכע זי הענגט, ווי דין עס זאָל ניט זיין דער פין
אויף וועלכען דער פאָמפּעדיקעל הענגט, ווי פאָלירט, ווי האָרט אוו
שארף עס זאָלען ניט זיין די שפיצען, וואָס ריהרען אָן איינע די
אנדערע, אין גאנצען קען דאָך די רייבונג ניט פערניכטעט ווערען,
אויף קען מען דאָך די לופט אפילו דורך די בעסטע לופט־
פּאָמפּען אין גאנצען ניט אויספּאָמפּען, דערפאר קענען מיר דאָ
אויף דער ערד ניט בעווייזען צו זעהען די אייביגע בעווענונג.

אויב מיר זעהען דאָס ניט דאָ אויף דער ערד, זעהען מיר דאָס
יא אין די שטערען, די פלאנעטען, די זונען, די קאָמעטען. זיי
בעווענען זיך אימער אוו אימער מיט דערזעלבער שנעלקייט אין
זייערע קרייזען, אוו עס איז גאָר ניט אזוי שווער צו קומען צום
שלוס, אז אויב מיר וואָלטען דאָ אויף דער ערד געקענט אבשאפען
אלע הינדערניסען, אלע שטערונגען צו בעווענונג, וואָלט דאָ אויך
יעדע זאך זיך בעווענט אייביג אוו אימער, מיט דער זעלבער שנעל־
קייט, ווי זי האָט אנגעפאנגען איהר בעווענונג.

אוו אין דער אמת'ן, האָבען מיר דאָ אויף דער ערד, אוו אין
יעדער זאך, וואָס געפינט זיך אויף דער ערד, אויף אָן אייביגע בע־
ווענונג פון איהרע מאָלעקולען אוו אָטאמען. אָבער דאָס געהערט
שוין ניט צו דעם געביט פון מעכאניקע. אויב א דאנק די שטע־רונ־
גען דאָ אויף דער ערד האָבען מיר ניט קיינע אייביגע מעכאניש

בעוועגונגען פון נאנצע שטיקער שטאָף, האָבען מיר דאָ אייביגע מאלעקולארע און אטאמישע בעוועגונגען. און אפשר וועט נאָך מער־לויך זיין אין די לעצטע קאפיטלען פון דעם ביכעל צו צייגען, אז אייגענטלויך ווערט די מעכאניש בעוועגונג פערוואנדעלט אין מאקולארע און אטאמישע בעוועגונגען און די אייביגקייט פון בעוועגונג, אויב אפילו אין אן אנדערע פארמע, האלט אויס ריכטיג דאָ אויף דער ערד.

מיר זעהען אז דער ריכטיגער אמת איז גראדע דער היפוך פון דעם וואס האט זיך אויסגעוויזען פון אונזערע ערשטע אויבערפלעכליכע ערפאהרונגען, און נית רוהע איז די טבע פון מאטעריע, נאָר דער צושטאנד פון אויביגער בעוועגונג איז איהר טבע.

וואס אנבעלאנגט די פערשיעדענע פארמען און סארטען פון בעוועגונג ווערען זיי איינגעטיילט אין מעכאניקע: נאָך דער געשווינדקייט נאָך, און די פאלגענדע 3 סארטען.

(1.) די איינפארמיגע בעוועגונג רופט מען א בעוועגונג, ווען די זאך מאכט אין יעדען מאמענט פון צייט איינע און די זעלבע גלייכע שטרעקע, למשל זאגען ווען זי מאכט אין יעדע סעקונדע פון איהר בעוועגונג 10 פוס, אט די צעהן פוס יעדע סעקונדע הייסט אין מעכאניקע: די זאך האט א קאנסטאנטע געשווינדקייט פון צעהן.

(2). די ווארירענדע בעוועגונג, דאס איז דער היפוך פון דער ערשטער. איינפארמיגער בעוועגונג; דאס הייסט די זאך בעוועגט זיך און מאכט אין גלייכע מאמענטען פון צייט ניט גלייכע שטרעקען, זי האט ניט קיינע קאנסטאנטע געשווינדקייט.

(3.) די איינפארמיג־ווארירענדע, דאס איז וועלן די געשווינדקייט בייט זיך טאקע אין יעדען מאמענט, נאָר דאס בייטען זיך געהט אן מיט א געוויסער איינפארמיגער רעגעלמעסיגקייט, די געשווינדקייט וואקסט אדער פאלט אב יעדע סעקונדע די זעלבע צאהל פוס,

א ביישפיעל פון אזא מין בעוועגונג שטעלען מיט זיך פאר אלע זאכען, וואס פאלען פריי צו דער ערד. יעדע סעקונדע קריגען זיי א צוואוואקס פון 32 פוס אין דער געשווינדקייט פון זייער בעוועגונג אדער זייער פאלען צו דער ערד, אזוי אויך די זאכען וואס וועלן דורך וועלכע עס איז קראפט געווארפען גלייך אין דער הויך ארויף

פון דער ערד. די געשווינדקייט פון זייער פליהען ארויף צו ווערט אין יעדער סעקונדע אלץ קלענער מיט 32 פוס*).

צווייטענס, נאך דער ריכטונג נאך ווערען די בעוועגונגען אויך אייגנעטיליכ אין 3 סארטען: (1) די בעוועגונג פון טראגען זיך, אדער ווי זי הייסט אין מעכאניקע די בעוועגונג פון טראנסלאציאן, ווען יעדער פונקט פון דער זאך האט די זעלביגע געשווינדקייט פון בעוועגונג, גאנץ עגאל צי זי בעווענט זיך אין א גלייכער ליניע צו אין א קרומער, צי די בעוועגונג פון א וואגען, צי פון א מענשען וואס לויפט ארום און ארום אין א צירק. (2.) די בעוועגונג פון דרייען זיך, אדער ווי זי הייסט אין מעכאניק, די בעוועגונג פון „ראטאציאן", ווען די זאך בעוועגט זיך ארום אן אקס, אזוי ווי א ראד ארום אן אקס, אדער ווי א דריידעל, אין דעם פאל דרייען זיך ניט אלע טיילען פון דער זאך מיט דער זעלבער געשווינדקייט. די טיילען, וואס נעהענטער צו דעם אקס, בעוועגען זיך אלץ לאנגזאמער, די אקס אליין בעוועגט זיך גאר ניט, און וואס ווייטער די פונקטען זיינען פון דער אקס, אלץ שנעלער בעוועגען זיי זיך. (3.) א בעוועגונג וואס איז א קאמבינאציאן פון די ביידע, אזוי ווי א ראד פון א וואגען, ער דרעהט זיך ארום זיין אקס און צו דער זעלבער צייט טראגט ער זיך צוזאמען מיט דעם וואגען.

מיר האבען געזעהן, אז די הויפט אורזאכע, וואס מאכט אונפעגלייך צו זעהן דא אויף דער ערד זאכען זאלען זיך בעוועגען אויביג ליגט אין די רייבונג צווישען די זאכען איבער וועלכע זיי מוזען זיך בעוועגען. דאס אייגענע וועט זיך ארויסצייגען, ווען מיר וועלען צוטרעטען צו בעטראכטען די אייגנפאכסטע מאשינען. מיר וועלען אונטער קיינע אומשטענדען ניט קענען ארויסקריגען פון דער אייגנפאכסטער מאשינע די ארבייט, דעם אויסגערעכענטען געווינס פון קראפט און שנעלקייט וועלכע מיר האבען געדארפט ארויסקריגען פון איהר נאך דער טעאריע נאך, נאך די אויסגעפונענע געזעצען פון איהר ארבייט נאך. דערפאר גלויב איך איז נויטיג צו געבען וועגען דעם ענין פון רייבונג א מעהר אויספיהרליכע אבהאנדלונג.

*) זעה מיין מעכאניקע, זייט 40—50.

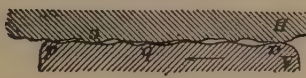
דריטער קאַפּיטעל

רייבונג.

די פערגרעסערונג אַדער פערקלענערונג פון רייבונג היינגט אַפּ פון פיעלע אומשטענדען, עס היינגט אַפּ פון דעם כאַראַקטער פון די פלאַכען וואָס קומען אין בעריהרונג, וועז די זאַכען בעוועגען זיך איינע איבער די אַנדערע, עס היינגט אַפּ פון די מאַטריאַלען פון די זאַכען, צי זיי זיינען געמאַכט פון שטאָל, אייזען, האָלץ, בראָנזע, שטוין, געוואַנט, א. ז. וו. עס היינגט אַפּ פון דער שוועריגקייט, פון דעם געוויכט, און פון דעם דרוק וואָס ווירקט אויף די פלאַכען, עס היינגט אויך אַפּ פון דער געשווינדקייט פון דער בעוועגונג, אויך פון דעם כאַראַקטער פון דער בעוועגונג, צו די בעוועגונג איז א גלייטשיגע אַדער א קייקעלדיגע. איידער מיר וועלען זיך נעהמען צו בעטראַכטען יעדען פונקט בעזונדער, לאָמיר זעהען צו פערשטעהן דעם עצם פון רייבונג, לאָמיר זעהען בעגרייפען אין וואָס אייגענטליך בעשטעהט דאָס די רייבונג צווישען זאכען? אויב מיר וועלען דאָס פערשטעהען, וועט אונז פיעל קלאָרער ווערען, וואָרום די רייבונג בייט זיך אזוי פיעל פון אזוי פיעל פערשיערענע אומשטענדען; און מיר וועלען קענען פאַראויסזעהן דיזע פערשיעדענע ענדערונגען אין דער רייבונג צווישען זאכען.

אין אַן אונגעהובעלטע שטיק האָלץ דאַרף מען ניט קיינע פערגרעסערונג גלעזער אום צו זעהען די ניט גלאַטקייט איהרע, מען מוז מיט פאַרזיכטיגקייט פיהרען מיט די הענד איבער איהרע פלאַכע זייטען אום די שטאַרצענדע קלייניגקע שפּיציגע שטיקלעך האָלץ זאָלען זיך ניט אַבריסען און פערשטעכען די פינגער. און אפילו די העכסט פאָלירטע שטיק האָלץ, וועלכע פיהלט זיך אזוי גלאַט, וועז איהר זאָלט דאָס בעטראַכטען מיט א וועלכע עס איז פערגרעסערונגס גלאָז, וועט אויסזעהן פול מיט גריבלעך און בערגלעך: דאָס זעלבע איז ריכטיג וועגען אלע האַרטע זאכען, אויסער פלייסיגקייטען און גאזען.

פיגור 1.



איפוסטרירט די רייבונגען צווישען פלאכען.

די פיגור צייגט ווי עס זעהען אויס די פלאכען פון צוויי שטיק־לעך האלץ וועלכע זיי ליגען אייגע אויף די אנדערע. איהר זעהט ווי אין אייניגע פונקטען שליסען זיך אין די צוויי שטיקלעך האלץ, דאס הייסט די בערגלעך פון אייגער דרינגען אריין אין די גריבלעך פון דער אנדערער, אין אנדערע פלעצער קומט א גריבעלע געגען א גרי־בעלע און עס זעהט אויס ווי צוויי האלבע קאפעס איבערגעקעהרט אייגע איבער די אנדערע, אין אנדערע פלעצער קומט אויס א בער־געלע איבער א בערגלע און דערלאזען ניט די ארומיגע פונקטען פון די צוויי שטיקלעך האלץ צו קומען אין בעריהרונג אייגע מיט די אנ־דערע, פערגעסט ניט אז די בערגלעך און די גריבלעך זיינען פון פערשיעדענער גרויס, און אין די צוויי שטיקלעך האלץ האט דאך קיינער אויף זיך ניט גענומען די אויפגאבע צו מאכען אז די גריבע־לעך און די בערגלעך פון אייגער זאלען זיך איינפאסען מיט די שפיצען און טהאלען פון דער אנדערער. וועלכען זאל נעהמען שלע־פען דעם אויבערשטען שטיק האלץ איבער דעם אונטערשטען, וועט צו יעדען מאמענט פארקומען א נייע איינשליסונג פון די צוויי פלא־כען וואס ליגען אייגע איבער די אנדערע, און מען מוז צו יעדען מא־מענט אנוועגדען פרישע כחות ארויסצושלעפען זיי פון דיזער אייג־שליסונג. אויסער דעם וואס א טייל פון דער קראפט וועט פערברויכט ווערען אויף אבצוריסען די טויזענדע שפיצען און בערגלעך און צו פערשיטען די גריבלעך און אזוי ארום צו בעשאפען א גלאטערען וועג פאר דער בעוועגונג פון דעם אויבערשטען שטיק האלץ איבער דעם אונטערשטען. די רייבונג גראדע צייגט אונז ווי ריכטיג עס איז אונזער ערקלעהרונג אז א זאך וואס בעוועגט זיך דארף זיך אימער אזוי בעוועגען מיט דערזעלבער שנעלקייט און אין א גלייכער ליניע. אויב אויף דער ערד און אויף די זאכען וואס זיינען אויף דער ערד, זעהען מיר ניט קיינע

אייביגע בעוועגונג איז דאָס דערפאר, ווייל דאָ אויף דער ערד אוּן אויף איהרע שטאָפען איז ניטאָ אזא זאך ווי א גלייכע ליניע אוּן אפילו אויף די פלאכען פון דער העכסט געקינסטעלטער פאָלירונג געפינען זיך ניט קיינע גלייכע לינייען, אוּן דערפאר איז דאָס אוּנמעגליך דאָ צו האָבען אַן אייביגע בעוועגונג אין א גלייכער ליניע. אוּן אין דעם פאל פון פליסינקייט אוּן לופט וואו עס איז יע מעגליך צו רייזען וועגען א בעוועגונג אין א גלייכער ליניע, איז דאָ אנדער מניעה, די זאך, וואָס בעוועגט זיך אין לופט אדער אין וואסער איז ארומגערינגעלט פון זיי אוּן אום צו בעוועגען זיך מוז די זאך פענאנדער טהייַלען, שניידען די לופט אדער די וואסער, אויסער דעם מוז זי צו דערזעלבער צייט זעצען אין בעוועגונג די גאַזען אוּן די פליסינקייטען אין וועלכע זי, די זאך געפינט זיך אין בעוועגונג. לאָמיר יעצט אריבערגעהען צו בעטראכטען בעזונדער יעדען פונקט וואָס ווירקט אויף די פערקלעהנערונג אדער פערגרעסערונג פון רייבונג. וועגען דעם פונקט, אז די רייבונג הייַנגט פיעל אפ פון די גלאטקייט אוּן ניט גלאטקייט פון די פלאכען וואָס בעוועגען זיך אייַנע איבער די אנדערע, איז שוין פיעל גערעדט געוואָרען, אוּן דאָס איז די אורזאכע וואָרום מען פאָלירט אזוי פיין ווי מעגליך אלע טייַלען פון מאשינען, וואָס אין בעוועגונג מוזען זיך רייבען איינע געגען די אנדערע, אוּן ביין ארבייטען וועלען די טייַלען נאָך מעהר פאָלירט אוּן די רייבונג וועלט פערקלענערט. דאָס ערקלעהרט די אלגעמיינע ערפאהרונג אז א שפּאָגל נייע מאשין אריבייט פיעל מאל ערגער ווי איין אייַנגעאַרבייטע מאשין. דער צווייטער פונקט, אז וואָס גרעסער דער דרוק צווישען די אויבערפלאָכען וואָס בעוועגען זיך אייַנע איבער די אנדערע, אלץ גרעסער איז די רייבונג צווישען זיי. איז אויך לייכט צו פערשטעהן. וואָס שווערער דער דרוק צווישען זיי, אלץ פעסטער וועלען זיך אייַנפרעסען די בערגעלעך אוּן גריבעלעך אייַנע אין די אנדערע. א דינער לייכטער שטיקעל פאָפּיר לינגעניג אויף א שטיק האָלץ אדער אופן טיש וועט קומען אין ווירקליכער בעריהרונג מיט'ן קלאָץ אין א פיעל קלענערער צאהל פונקטען, ווי א שווערער שטיק אייזען אדער האָלץ, דער שטיקעל פאָפּיר אויפ'ן טיש בלייבט לינגען. אזוי צו זאגען, אויבען אויף, אוּן

דער שווערער שטיק אייזען אַדער האָלץ וועט זיך דורך זיין שווערען דרוק אינעסטן אין טיש. וועז איהר נעהמט א צוואַנג ארויסצוציהען א נאַגעל, זעהט איהר צו פערכאַפען דעם נאַגעל אין דעם צוואַנג מיט דער גרעסטער קראַפט וואָס איהר קענט אַנווענדען מיט דעם דרוק פון אייער האַנד, וואָס שטאַרקער איהר דריקט צו דעם צוואַנג מיט דעם נאַגעל צוזאַמען, אָלץ גרעסער ווערט די רייבונג צווישען זיי, וואַרום וואָס האָלט דעם נאַגעל אין׳ם האָלץ? — די רייבונג צווישען זיי. אויב דורך דעם דרוק פון אייער האַנד קענט איהר דערגרייכען אז די רייבונג צווישען דעם נאַגעל אוז צוואַנג זאָל וועראן פיעל גרעסער ווי די רייבונג צווישען דעם נאַגעל אוז די האָלץ, וועט דער נאַגעל ניט קענען בעוועגען זיך, אַדער אויסגליטשען זיך פון דעם צוואַנג אוז וועט מוזען, בייקומענדיג די שוואַכערע רייבונג צווישען איהם אוז דעם האָלץ, בעוועגען זיך אַרויס פון דעם האָלץ. קלעטערענדיג איבער א שטריק, זעהט איהר אַנצוכאַפען דעם שטריק מיט אייער גאַנצען כוח, אום דורך דעם גרעסערען דרוק אויפ׳ן שטריק צו פערגרעסערען די רייבונג צווישען די הענד אוז דעם שטריק, די רייבונג וועראט דורך דעם דרוק אזוי גרויס אז זי קען אויפהאַלטען דעם געוויכט פון אייער גאנצען קערפער אוז לאָזט איהם ניט אַפּ; אויב איהר קענט ניט בעווייזען צו דערגרייכען אזא שטארקען דרוק דורך אייערע הענט, וועט דער געוויכט פון אייער קערפער בייקומען די שוואכע רייבונג צווישען די הענט אוז דעם שטריק אוז איהר וועט זיך ארונטערגליטשען אַנשטאָט ארויפצוקלעטערען, צושרויפענדיג די נייה־מאשין צום טיש, זוכט מען דורך דעם שטארקערען דרוק פון דער איינגעשרויפטער מאשינע צו פערגרעסערען די רייבונג צווישען דער מאשין אוז דעם טיש. די פערגרעסערטע רייבונג האלט די מאשין פעסט אויף איהר פלאץ אוז דערלאָזט ניט קיינע בעוועגונגען צווישען דער מאשין אוז דעם טיש. דער געווינט אליין פון דער מאשין האט אין זיך ניט געגונג דרוק דאָס צו דערווייזען.

וואָס אַנבעלאַנגט דעם דריטען פונקט אז די רייבונג איז ניט די זעלבע וועז די זאכען רוהען איינע אויף די אַנדערע, אַדער וועז זיי בעוועגען זיך, קען מען איהם אויך פאראויסזעהען, פון דעם ריכ־

טיגען בילד וואס מיר האבען פריהער געקראגען וועגען דעם ענין. עס איז זעלבסט פערשטענדליך, אז וועז די זאך בעווענט זיך, וועט איהר פלאכע זייט וואס קומט אין בעריהרונג מיט די פלעצער איבער וועלכע זי בעווענט זיך, ניט קענען אזוי פעסט אן טיפֿ איינשליסען זיך איינע מיט די אנדערע, ווי אין דעם פאל וועז זיי בלייבען ליגען רוהיג איינע אויפֿ די אנדערע. וועז איהר לויפט איבער א פלאץ וואס איז פול מיט גריבעלעך האט איהר מעהר שאנסען אויסצומיידען זיי, ווי וועז איהר שלעפט זיך לאנגזאם, שנעלל געהענדיג וועלען אייערע פים ניט אזוי טיפֿ זינקען אין בלאטע ווי וועז איהר שטעהט אויפֿ איין ארט. א שטיינדעל קען א לאנגע צייט בלייבען רוהיג ליגען הויך אויפֿ א משופערדיגען בארג אן איינמאהל וועז איהר גיט איהם א ריהר, ער זאל זיך אנפאנגען צו בעווענגען זיך, וועט ער זיך ארופקייקלען בארג ארופ א לאנגע שטרעקע, ביז צו פוס פון בארג צו. וועז דער שטיינדעל איז געלעגען רוהיג אויפֿ דעם משופע׳דיגען בארג איז די רייבונג צווישען איהם אן דעם בארג געווען גרויס גענוג אום אויפצוהאלטען איהם אויפ׳ן פלאץ אן ניט לאזען איהם ארופקייקלען זיך, וועז ער האט זיך אבער אנגעהויבען צו בעווענגען, וועלט שוין די רייבונג צווישען איהם אן דעמזעלבען בארג שוואכער אן זי קען איהם ניט אפהאלטען פון בעווענגען זיך. דער וויטערדיגער צו־וואקס פון שנעלקייט מאכט שוין א קלייניעם אונטערשייד, סיידען דער צו־וואקס איז אונגעהויער גרויס. אין דעם הינזיכט איז דא א גרויסער אונטערשייד צווישען הארטע זאכען אן פליסיגע אדער גאזען. עס איז פריהער אנגעצייגט געווארען דער אונטערשייד אין דעם כאראקטער פון רייבונג וואס קומט פאר אין הארטע זאכען, וועז זיי בעווענגען זיך איבער די פלאכען פון אנדערע הארטע זאכען, אן וועז זיי בעווענגען זיך למשל אין וואסער אדער אין לופט. אין הארטע זאכען איז די רייבונג גרעסער, וועז זיי ליגען רוהיג איינע אויפֿ די אנדערע, וועז איינע פון זיי הויבט זיך אן צו בעווענגען איבער דער אנדערער וועלט די רייבונג קלענער, די שנעלקייט אבער פון דער בעווענגונג האט א קנאפען אינפלום אויפֿ צו פערקלענערען די רייבונג. וועז אבער א קויל למשל טראגט זיך דורך די לופט אדער א שיפֿ

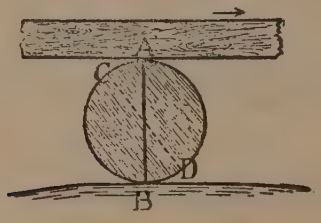
טראגט זיך איבער'ן וואסער, ווערט די שטערונג וואס די לופט אדער דאס וואסער מאכט נעגען זייער בעוועגונג אלץ גרעסער, וואס שנעלער די קויל אדער די שיף בעוועגען זיך. די שטערונג וואקסט כפל־כפלים מעהר ווי עס וואקסט די שנעלקייט פון דער בעוועגונג, דאס הייסט אויב די שנעלקייט פון דער קויל אדער דעם שיף זאל זיך פערגרעסערען אויף 5 מאהל, וועט די שטערונג פון דער לופט און פונ'ם וואסער פערגרעסערען זיך ניט אויף 5 מאהל, נאר אויף פינף מאהל פינף אדער 25 מאהל, און אין גאר גרויסע שנעלקייטען ווערט די שטערונג נאך גרעסער ווי כפל־כפלים. דאס ערקלעהרט טיילוויז די שווערקייט פון קענען האבען גאר שנעלע צוגען. ביי דאמפף־שיפען פון גרויסער שנעלקייט רעכענט מען אז די שטערונג פון וואסער וואקסט ניט נאר כפל־כפלים, נאר כפל־כפל־כפלים, דאס הייסט ווען די שנעלקייט זאל זיך פערגרעסערען 2 מאהל וועט די שטערונג פונ'ם וואסער זיין צוויימאל צווייי $2\times2\times2$ אדער 8 מאהל. אויב די שנעלקייט פערגרעסערט זיך אויף 3 מאהל, וועט די שטערונג פערגרעסערען זיך $3\times3\times3$ אדער 27 מאהל, דא וואקסט שוין די שטערונג אונגעהויער. צום ביישפיעל די שיף צעדריק פון דער קאמפאני ווהייט - סטאר ליין מיט א שנעלקייט פון 17 מייל א שטונדע, האט געהאט איהרע אינדזשינס פון 14000 פערד־קראפט און זי האט געקענט שלעפען א משא פון 38000 טאן. און דער שיף „קייזער ווילהעלם דער צווייטער" פון דער קאמפאני נאך —דייטשע—לאויד—ליין האבען א שנעלקייט ניט מעהר פון 24 מייל א שטונדע ניט מעהר ווי 7 מייל שנעלער ווי די ערשטע, האט נעמוזט האבען אינדזשינס פון 40000 פערד־קראפט און האט געקענט האבען אנגעלאדעוועט אם העכסטען א געוויכט פון 26000 טאן.

קומענדיג צו דער פראגע, ווי וויט די פאהרט.און די גרוים פון די פלאכען האבען אן אינפלום אויף די רייבונג, קען זיך פון אויבען אויף אויסווייזען, אז וואס קלענער די פלאכע, דאהרף די רייבונג אויך זיין קלענער. דאס אבער איז ניט ריכטיג, פערגעסט ניט אז וואס גרעסער דער דרוק איז די רייבונג, ווי מיר האבען פריהער בעווייזען, אויף גרעסער. א שטיק אייזען פון הונדערט פונט דרוקט אויף דער פלאכע, אויף וועלכער ער רוהט, מיט א קראפט פון הונדערט

פונט. אויב די פלאכע ארום און ארום איז צעהן פוס גרויס, וועט זיך דער דרוק פון די הונדערט פונט צושפרייטען איבער די צעהן פוס, זאל מען די פלאכע ארום און ארום פערפלענערען אויף איין פוס, זאלאנג דער וואג פון דעם שטיק אייזען וועט בלייבען דיזעלבע הונדערט פונט, וועט דער שטך פון איין פוס האבען אויף זיך דעם גאנצען דרוק פון די הונדערט פוס, און מיר וועלען גאר נישט געווינען דערביי. דאס וואס מען זוכט צו מאכען די אקסען פון די רעדלאך און די פיינסטע מעכאניזמען פון זיגערלאך וואס שפיציגער, האט ניט צו טהאן מיט דער רייבונג. דאס האט צו טהאן מיט די געוועצען פון לייווערס. ווי מיר וועלען דאס בעטראכטען אין די וויטערע קאפיטלען איבער די איינפאכע מאשינען.

אויב די פארמע און די גרויס פון די פלאכען האט א קנאפען אינפלוס אויף די רייבונג, האט שוין די פארמע פון דער בעווענגונג—צי די בעווענגונג איז א גליטשענדיגע אדער א קייקעלדיגע—יא א ווירקונג אויף די רייבונג. וועז איהר לענט אונטער צווישען צוויי פלאכע שווערע זאכען קייקאכדיגע שטיקער פון הארטען האלץ אדער מעטאלענע צילינדערען, ווי למשל שטיקער רונדע פייפס, וועט איהר געפינען, וועז איהר נעהמט בעווענגען איין פלאכע איבער דער אנדערער, אז די רייבונג צווישען די פלאכען איז געווארען פיעל פערקלענערט, כמעט ווי אין נאנצען פערניכטעט. דאס קומט דערפון וואס די צילינדערען קייקלען זיך און דער דרוק פון דער שווערער מאססע פון אויבען בייט איבער די ריכטונג יעדעם מאל וועז דער צילינדער רוקט אונטער א נייעם פרישען פונקט אונטער די פלאכע וואס בעווענגט זיך איבער איהם און מאכט דעם צילינדער אליין אויף צו קייקלען זיך (פיג. 2) אט האט די באלקע בעריהרענדיג דעם פונקט

פיגור 2.



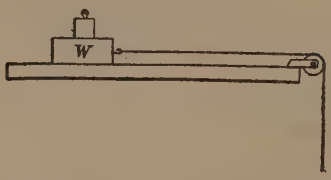
די רייבונג וועז די פלאכען בעווענגען זיך איבער קייקיכדיגע זכאען.

נעדריקט אין דער ריכטונג פון דער ליניע A B אוז אין דעם צווייטען מאמענט שטעלט אונטער דער צילינדער דעם פונקט C אונטער דער באלקע און דער דרוק נעהמט א נייע ריכטונג C D קומענדיג אין יעדען מאמענט אין בעריהרונג מיט פרישע פונקטען. האבען די זאכען ניט די מעגליכקייט איינצועסען זיך איינע אין די אנדערע און דארום קאן צוויישען זיי קיין רייבונג ניט פארקומען. זעהט נאר דעם אונטערשייד וועז איהר זאלט לאזען א שטריק ציהען זיך דורך אייער האנד, אדער וועז איהר בעוועגט אייער האנד צוזאמען מיט דער שטריק. אין דעם ערשטען פאל וועט איהר שנעל דערפיהלען אוז דערזעהען די ווירקונג פון דער רייבונג פון דער שטריק אויף אייער האנד, וועהרענד אין דעם צווייטען פאל, וועז מיר גיבען איבער די שטריק צו יעדען מאמענט פון איין האנד צו דער אנדערער, בעוועגענדיג די האנד אין הארמאניע מיט די שטריק בעוועגונגען, קענט איהר אנגעהן א לאנגע צייט מיט דער ארבייט אוז איהר וועט קיינע שלעכטע רעזולטאטען פון דער רייבונג צווישען שטריק אוז האנד נאר ניט פיהלען. וואלטען די צילינדערען אפילו פון די הארטעסטע זאכען קענען זיין פאלקאמענע צילינדערען, וואלטען דורך זיי אין גאנצען פערשוואונדען די רייבונגען צווישען די פאלכען. אבער דער צילינדער אליין דורך דעם דרוק פון דער אויבערשטער שווערער זאך וועט מוזען אין א צייט דא אוז דארט אנווענדען זיין פאלקאמענע קיילאכריגע פארמע, אויסער דעם מאכט דער צילינדער מיט דעם שווערען דרוק פון אויבען גריבעלאך אין דער אונטערשטער פלאכע, אוז אום ארויסצוקומען פון די גריבעלאך וועט דער צילינדער מוזען אין זיין בעוועגונג קלעטערן דא ארויף אוז אראב בארג, דאם בעווייזט, אז אין גאנצען קען מען די רייבונג ניט פארניכטען.

אום אויסצוגעפינען די גרויס פון רייבונג צווישען פערשיידענע מאטעריאלען וועלען אם מיסטען נעברויכט 2 מעטאדען. אויף א

גלאטען ברעט, אדער טיש. פיג. 3. וועלכע אויסגעלענט פערשיידענע

פיגור 3.



דער קאפיציענט פון רייבונג.

שטיקער שטאפען פון א געוויסען וואג. צו דעם אויבערשטען שטיק ווערען דורך א רינע שטריקל צוגעבונדען געוויכטער פון פערשידענע גרויס, די שטריקל מיט דעם געוויכט ווערט אריבערגעצויגען אי־בער א פולי, אדער א רעדל, און דאס הענגט פאוא דעם גלאטען ברעט, מען היינגט אן געוויכטען פון פערשיידענער גרויס, אנהוי־בענדיג פון די קלענסטע ביז דער געוויכט הויבט אן צו בעוועגען דעם אויבערשטען שטיק איבער'ן גלאטען טיש. טייל־ענדיג דעם נע־ווכט וואס איז נויטיג נעווען אום צו בייקומען די רייבונג צווישען זיי און אנצוהויבען צו בעוועגען דעם אויבערשטען שטיק אויף דעם געוויכט פון דעם שטיק זלבסט, קרינט מען א צאהל וואס דריקט אויס די פערהעלטנים צווישען די רייבונג פון די ענטשפרעכענדע שטאפען און דעם וואג אדער דרוק פון דער זאך וואס בעוועגט זיך אויפ'ן גלאטען טיש. די צאהל הייסט אין מאכאניק דער קאעפי־ציענט פון רייבונג צווישען די שטאפען. דער קאעפיציענט פון שטאל וואס בעוועגט זיך איבער א שטאלענעם טיש, איז נאהענט פון א זיבעטל, דאס הייסט, א געוויכט פון א פונט וועט בעוועגען א שטיק שטאל פון 7 פונט אויף א גלאטען שטאלענעם טיש. דער קאעפיציענט פון רייבונג פון שטאל און אייז איז זיבעציג־טייל, צעהן מאל וועניגער ווי צווישען שטאל און שטאל, צין און צין איין דריטעל, געוואנט און נעהענט פון א העלפט, א. אז. וו. די צווייטע מעטאדע איז דערזעלבער גלאטער טיש מיט א אויבערשטען שטיק האלץ, נאר אנשמאט צו אנהיינגען געוויכטען אויפ'ן אויבערשטען שטיק שטאף, הויבט מען אויף דעם אונטערש־

טען ברעט, ביז דער אויבערשטער שטיק הויבט זיך אן ארונטערגלי־ טשען איבער'ן ברעט. טייל־ענדיג די הויך וואם מען האט געדארפט אויפהויבען דעם ברעט אויף די ליינג פון דעם ברעט, געפינט מען דעמזעלבען קאעפיציענט פון רייבונג. (פיג. 4).

פיגור 4.

קאפיציענט פון רייבונג.

אין די אלע פריהערדיגע פאלען האבען מיר בעטראכט רייבונג ווי א שטערונג צו בעוועגונג, און האבענדיג אין זינען שנעלע בעוועגונג און ארבייט פון מאשינען קען מען זיין געניגט צו קוקען אויף די רייבונג ווי אויף א צרה, וועלכע מוז בעזייטיגט ווערען און געגען וועלכע דער מענש האט זיך געקליגט צו אנוועגדען פערשיידענע מיטלען אום איהר צו בעקעמפפען אום איהר צו פערקלענערן. פון דיזער אינזייטיגער בע־ טראכטונג קען זיך וועמען אויסדוכטען, אז עס וואלט בעסער געווען פאר דער וועלט, וועו אזא זאך ווי רייבונג וואלט אין איהר גאר ניט בעשאפען געווארען.

עס וועט געגוג זיין אנצוצייגען אויף עטליכע נוצען פון דער רייבונג, אום צו איבערצייגען יעדען איינעם, וואס פאר אן אומגליק עס וואלט געווען פאר דער וועלט וועו די רייבונג זאל פערשווינדען. עס וואלט געווען אונמעגליך וואס עס איז אייגצוהאלטען אין האנד. אלעס: טעלער, גלעזער, מינצען וואלטען זיך גלייך אויסגעגליטשט פון די הענד. יעדע זאך וואלט געמוזט בעזארגט ווערען מיט הענטלעך

אום זיי אינצוהאלטען. די זאכען וואס שטעהען אויף א טיש וואל־
טען זיך ארונטערגעטראגען פון דעם מינדעסטען ריהר, פון'ם מינ־
דעסטען בלאז אפילו פון א ווינטעלע. קיין נאגעל וואלט זיך ניט גע־
קענט האלטען, עס וואלט אפילו גאנץ לייכט געווען איהם אריינצווינ־
צען, ער וואלט אבער גלייך ארויספליהען, איידער איהר וואלט אויפ־
געהויבען דעם האמער פאר א צווייטען קלאפ. וועד רעדט וועגען
פאהרען אויף באהנען, בייסיקלעך, א. ז. ו., דאס וואלט געווען אן
אונמעגליכע זאך. געהען אין אונזערע געווהנליכע שיך וואלט גע־
וען א שרעקליכע ערפאהרונג ניט נאר בארג אראב, נאר אפילו אויף
א גלייכען וועג וואלטען מיר זיך אויסגעגליטשט אהן א סוף, ביז מיר
וואלטען געקענט אנכאפען זיך אן א וואנט, אן א סטאלב, אן א בוים.
די רייבונג העלפט אונז אין טויזענטער פאלען סיי צו אבשטעלען
א בעווענונג, סיי אנצופאנגען די בעווענונג. וועז די רעלסען זיי־
נען נאס און גליטשיג בעשיט מען זיי מיט זאמד צו פערגרעסערען
די רייבונג און מאכען מעגליך פאר דעם לאקאמאטיוו צו ריהרען
זיך פון ארט. וואס פאר א נוצען וואלט אונז געבראכט דאס וואס
אהן רייבונג וואלטען טעארעטיש די מאשינען געארבייט בעסער, וועז
די טיילען פון די מאשינען וואלטען זיך צופאלען, וויל קיינע שרוי־
פען אדער נעגעל וואלטען זיך ניט געקענט האלטען אין זייערע פלע־
צער.

פיערטער קאַפּיטעל

איינפּאַכע מאַשינען. — די פּולי.

די קאַלאַ ווארַאטקע, אַדער די פּולי ווי זי רופט זיך אין ענג־ליש, איז איינע פון די וויכטיגע איינפּאַכע מאַשינען וועלכע זיינען אָנגעוואַנדעט געוואָרען פון די גראָה־אַלטע צייטען אָן.

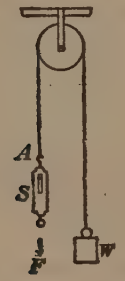
א פּולי אין דער איינפּאַכסטער פאָרמע איז א רעדל וואָס דרעהט זיך אויף אַן אקס. דער אויבערשטער טייל איז אבי־סעל אויס־געשניצט, כדי ער זאָל קענען אויפהאַלטען א שטריקעל אָן ניט לאָזען זיך איהר אַרויסגלי־טשען. דער אקס איז איינגעפּיקסט אין א ראַמקע וועלכער הייסט דער בלאָק. געוואָהנלי־ך נעהמט די ראַמקע אָרום דעם רעדל אָרום אָן אָרום אָן דער רעדל קומט אויס אין גאַנצען אינוואַניג אין דער ראַמקע, אַמאָל ווערט געברויכט א קלענערע ראַמ־קע, אַדער בלאָק אָן א האַלבער רעדל סטאַרטשעט אָרויס פון דער ראַמקע, אין וועלכער דער אקס נור איז איינגעפּיקסט.

אויב דער רעדל מיט זיין אויבערשטער אויסגעשניצטער קא־נאַווקע וואָלט זיך ניט געקענט פּריי דרעהען אָרום זיין אקס, וואָלט די שטריקעל געמוזט זיך גלי־טשען איבער דער קאַנאַווקע וואָלט די רייבונג צווישען איהר אָן דעם רעדל געווען זעהר גרויס. מיט דערמיט וואָס דער רעדל דרעהט זיך פּריי אויף זיין אקס, האָבען מיר זיך בעפּרייט פון דער רייבונג פון דער שטריקעל אָן אנשטאָט דעם האָבען מיר די רייבונג צווישען דעם רעדל אָן דער אקס, וועל־כע איז פיעל קלענער. ערשטענס, מאכט יעדער פונקט פון רעדל אָרום דעם אקס א פיעל קלענערע שטרעקע בי״ן דרייען זיך ווי דער פונקט בי״ן אויבערשטען ראנד פון דער רעדל; צווייטענס, קען מען די מאַטעריאַלען פון דער אקס, אָן דעם טייל פון רעדל וואָס קומט שטענדיג אין בעריהרונג מיט״ן אקס מאכען אַזעלכע וואָס האָבען אָן אונבעדייטענדע רייבונג צווישען זיך. אויסער דעם קען מען די טיילען האַלטען נאָך אין א קלענערען צושטאַנד פון רייבונג דורך דעם וואָס מען בעדעקט זיי מיט פערשיידענע מינים פעטס. צו בעטראַכטען גענויער דעם

מעכאנישען ווערטה פון דער איינפאכער מאשין, דאַרף מען בעטראַכטען צוויי־ערליי פאַלען, דער ערשטער פאַל איז, ווען דער בלאק פון דער פּולי קען זיך ניט בעוועגען, אַדער ווי מען רופט דאָס איין איינגעפיקסטע פּולי, און דער אַנדער סאָרט פּולי איז אַזעלכער, ווען דער בלאק אַדער די ראַמקע קען זיך בעוועגען, דער מין פּולי הייסט א בעוועגליכע פּולי. דער מעכאַנישער ווערטה פון די צוויי סאָרטען פּולים איז זעהר פערשיידען.

די איינצעלנע איינגעפיקסטע פּולי (פיג. 5).

פיגור 5.



איינצעלנע איינגעפיקסטע פּול.

פון אויבען זעהט איהר א שטיק פון א באלקע צו וועלכע די קלייַנע ראַמקע פון דער פּולי איז פעסט איינגעפיקסט געוואָרען, געוויַהנליך מיט אייזערנע הוקס, אַדער וועלכע עס איז אַנדערע מיטלען. די ראַמקע איז אומישנע פאַרגעשטעלט געוואָרען א דינינקע, ניט ווי זי איז אין דער ווירקליכער פּראַקטיק, אום מיר זאָלען קענען בעקיוועמער בעטראַכטען דעם רעדעל. אויף די צוויי עקען פון דער שטריקעל וואָס היינגען פון דעם רעדעל זעהט איהר אויף דער רעכטער האַנד צוגעטשעפעט א געוויכט W לאַמיר אַננעהמען א געוויכט פון 10 פונט אייזען. אויף דער לינקער זייט היינגט א ספּראַנזשינע וואָג, וועלכע איהר קענט ציהען מיט'ן האַנד. דער שטיק אייזען פון 10 פונט ווערט ארונטער צוגעצויגען צו דער ערד מיט א קראפט פון 10 פונט, אום בייצוקומען אט די קראפט פון 10 פונט וואָס שלעפט דעם שטיק אייזען ארונטער, וועגדען מיר אָן אויף דער

אנדער זייט א געגען קראפט, א קראפט פון די אנגעשטרענגטע מוסק־
לען פון דער האנד. איהר ציהט מיט אייער האנד די ספראנדשינע
וואג S ביז דער שטיק אייזען W ווייבט זיך אן לאנגזאם הוי־
בען ארויף צו אנשטאט ארונטערצופאלען. דאם הייסט, די געגען־
קראפט פון אייערע אנגעשטרענגטע מוסקלען האט בייגעקומען די
צוציהונג קראפט פון 10 פונט צוויישען דעם שטיק אייזען און דער
ערד. לעזט איבער אויף דער ספראנזשינע וואג וואס פערצייכענט די
קראפט וואס ציהט איהר פאנאנדער און עס צייגט אן 10 פונט. דאם
הייסט, אייער אנשטרענגונג קראפט וואס האט בייגעקומען די 10
פונט צוציהונג־קראפט איז אויף 10 פונט. וואלט די רייבונג צווי־
שען דער שטריקל און דער פולי און צוויישען דער פולי און דעם
אקס געווען א בעדייטענדע, וואלט די אנשטרענגונג קראפט פון האנד
געמוזט זיין מעהרער פון 10 פונט, ווייל מען וואלט געדארפט בייי־
קומען אויסער די 10 פונט געוויכט אויף די דאזיגע רייבונג. אזוי
ווי די אנשטרענגונג־קראפט איז ניט פיעל מעהר פון די 10 פונט
געוויכט, וואס ווערט אויפגעהויבען ארויפצו דורך די האנד־קראפט,
צייגט דאס אז די רייבונג אין דער אייגריכטונג פון דער פולי איז א
גאנץ קלייגע כמעט ווי גאר ניט. דער עקספערימענט בעווייזט אויך
אז אין דעם פאל פון אייגענפיקסטער פולי איז די ארבייטענדע
קראפט F וואס פראדוצירט די בעוועגונג פון פינקטליך דער זעל־
בער גרויס ווי די קראפט W וואס צייגט ארוים א ווידערשטאנד
צו דער בעוועגונג ארויפ־צו.

אויסער דעם, וועז איהר בעטראכט די לייגע פון די שטרעקען
וועלכע די ביידע קראפטען F און W מאכען דורך אין זייער
בעוועגונג, וועט איהר גלייך אייזעהען אז דער פונקט A וואו
עם ארבייט די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד וועט זיך אין זיין
בעוועגונג ארונטערלאזען גראדע אויף אזוי פיעל, אויף ווי פיעל דער
געוויכט W וועט זיך אויפהויבען. מיט אנדערע ווערטער אויב
קראפט F לינקס האט זיך בעוועגט 2 פוס ארונטער צו און האט
פערגרעסערט די שטריקל אויף 2 פוס, האט דער געוויכט W
אויפגעהויבען זיך אויף 2 פוס און די שטריקל אויף דער זייט האט
זיך פערקלענערט גראדע אויף 2 פוס.

אין מעאניק ווערט די ארבייט פון יעדער ראפט נעמאטען ווידר דעם וואס מען בעלט די נייעס פון דער ראפט אויף יעדע שטרעק וואס די זאך, אויב ווילכע די ראפט ארבייט וואס דורכגעמאכט. למשל, ווען א שטיין פון 100 פונט איז אראפגעפאלן 6 פונט דורכן מען וואס אויב אז די ציוויליזירטאפט וואס טייבעדיג די 100 פונט ווידר א שטרעק פון 6 פונט אבגעטראן אז ארבייט פון הונדרט מאל יעדע צייט 600 דאס הייסט די ארבייט וואס די ראפט וואס זי אבגעטאן איז 600 מאל אויי ווייט ווי ווען איין פונט וואל ראבען ארונטערגעפאלן אויף א שטרעק פון איין פונט.

אויי ווי איז דאס מאל בין דער אויפמערקזאמער פיר. ווייטע די 2 נעמעניקעטע ראפטען נייעד איז איז ווידר בעווייזען מאכען

ווי ווידר ווילכע שטרעקע. ווייטע מען אויס אז מעאניק דאס נעמען פון דער ארבייטקראפט פיר אויף איין. די ארבייט וואס די שרעניע ראפט F מיטן אב איז פונקט אויי ווייט ווי די ארבייט פון דער ציוויליזעד ראפט W ארבייט די ארבייט וואס ווערט אויסגעדרעט אז דער מאשין ווערט בוים פונקט A איז נייד צו דער ארבייט וואס די מאשין מוזט אב ווענדען ביי W

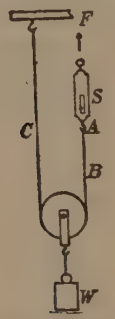
ווייטע שטעלט וויר אז דער די בראוט וואס נעווענדט מיר אן מיט איא מאשין? באריכטיג. אב ווערט אויס אז מיר בעריכט נאר ווידר איא מאשין, ווי ווייט אבער דאי א שטיקל ווייניג אויי דאי א ציילען דאס ווערט אז דאס אוכ אז ציילען דאס ווערט אר דער שטריכל. ווערט מען ווי ניכט ניכבער נעווען צו ענגי די אנטדעקונג ראפט פון דער דאנר ווערט אויף נעלייכט אי אויסרוכנט די 10 פונט די ווערטונג ב בוים ארן ווייט נאשינאל דער נעלייכט בעשטעדט אי דאס, וואס ווידר דער אויפמערקזאמער פיר דאנס אויך בייטען די ריכטונג פון דער אנטדעקונג ראפט אויי אלעמיי אבצוי.

ארן דער מאשין ווערט אויך נעארבעט שרעפען דאס נעלייכט אייזיק צו אוי ווידר דער פיר. שרעפען אויך די שטריכל ווידר אריי מיר אר דער נעלייכט בעווייזט ווי אויי צו. אן ארבייטער וואס ווערטונג צייכל. ווייטע ווערטונג צי דאס אונדרקל ארבייטער, וואס שטעלט ווידר אויף א נעלייכל בעווייזט צו די בלי מיט די צוי

גע‍ל, א. ז. וו. צו איין עק פון דעם שטריק, וועלכע איז אריבער־
געוואָרפען איבער א פּולי וואָס איז איינגעפיקסט געוואָרען אויפ'ן
שפּיץ פון דער געביידע, און ארונטערציהענדיג מיט זיין קראפט
דעם אנדערען עק פון דער שטריק, שלעפט ער די ציגע‍ל ארויף צו,
און ער געווינט דערמיט זעהר פיעל. ערשטענס, איז לייכטער צו
מאכען מיט דער האנד בעוועגונגען אויף ארונטער, ווי צו שלעפען
זיי ארויף צו און צווייטענס ארויפלעגענדיג די כלי מיט די ציגע‍ל
צו זיך אויף די פלייצעם וואָלט ער געדארפט קלעטערען אויף א
לייטער און שלעפען זיין גאנצען קערפער צוואמען מיט די ציגע‍ל
ארויף צו. אדער אויב איהר ווילט געברויכען די קראפט פון א פערד
צו שלעפען די ציגע‍ל ארויף צו און א פערד קען דאָך ברויכען זיין
קראפט אין גלייכער ריכטונג און ניט אין דער ריכטונג פון ארויף
און אראָב, קענט איהר דאָס לייכט טהאָן מיט דער הילף פון אָט
אזעלכע פּולים. איין אייגעפיקסטע פּולי געפינט זיך ווי פריהער
אויבען אויף דער געביידע און א צווייטע איז אייגעפיקסט אויף
דער ערד. די ציגע‍ל ווערען צוגעבונדען צו איין עק פון דער שטרי־
קע‍ל, דער צווייטער עק ווערט אריבערגעוואָרפען איבער דער אוי־
בערשטער פּולי און נאָך דעם איבער דער צווייטער פּולי אויף דער
ערד. דער פערד שלעפט דעם צווייטען עק פון דער שטריקע‍ל אין
דער גלייכער ריכטונג הין און צוריק און די ציגע‍ל הויבען זיך ארויף
צו צום שפּיץ פון דער געביידע. אזא מין פּולי ווערט געברויכט אי־
בערא‍ל. שלעפענדיג א עמער וואסער פון א ברונים וואַרפט מען
אריבער די שטריקע‍ל איבער אזא פּולי און ציהענדיג די שטריקע‍ל
ארונטער שלעפט זיך דעם עמער וואסער ארויף צו. אזוי ווערען
וועש אויפגעהאנגען אויף דער ליין. איהר שלעפט אויך זייט פון דער
שטריקע‍ל צו זיך, און דורך דער פּולי ציהט די אנדערע זייט שטריק
מיט די וועש אוועק פון אייך און פערקעהרט. אזעלכע פּולים געפינט
איהר אויף יעדען שריט און טריט.

דער צווייטער סארט איז די בעוועגליכע פולי. די איינצעלנע בעוועגליכע פולי.

פיגור 6.



א איינצעלנע בעוועגליכע פולי.

קוט זיך צו צו דער פיגור און איהר נעפינט דיזעלבע פולי, נאר אנדערש איינגעריכטעט. צו דער אויבערשטער באלקע איז אנגעטשעפעט ניט דער בלאק פון דער פולי, נאר איין עק פון דער שטריקעל, דער געווינט W, איז ניט אויפגעהאנגען אויף שטריקעל, נאר איז אנגעטשעפעט אויף בלאק, אדער מיט אנדערע ווערטער דער געווינט ציהט ניט די שטריקעל ארונטער, נאר ער דריקט ארונטער דירעקט דעם בלאק און דעם אקס וואס האלט אויף דעם בלאק און צוזאמען מיט בלאק שלעפט ער ארונטער די נאנצע פולי. אויף צווייטען עק פון דער שטריקעל איז צוגעטשעפעט דיזעלבע ספראנזשינע וואג וועלכע מען מוז אויפהאלטען מיט דער האנד אין ציהען איהם אויף ארויפצו אנשטאט ארונטער ווי אין דעם ערשטען פאל. אין דיעזען פאל פון דער בעוועגליכער פולי קען מען די ספראנדזשינע וואג מיט דער שטריקעל אויף אנטשעפען אויף דערזעלבער באלקע, און ביידע עקען פון דער שטריקעל וועלען בלייבען אונבעוועגליך צוגעטשעפעט אויף דער באלקע. זאל זיין דער געווינט W ווי פריהער 10 פונט. אויב ביידע עקען, מיט דער ספראנזשינע אויף רעכטס זיינען אנגעטשעפעט אויף דער באלקע וועט איהר נעפינען א מערקווירדינע זאך, די ספראנזשינע צייגט אן

פּינף פּונט אוּן ניט צעהן, ווי פּריהער. דאָס הייסט, דער געוויכט W פּון 10 פּונט, וואָס איז אויפּגעהאַנגען אויפֿ'ן בלאָק, אויפֿ'ן מיטען הייסט דאָס פּון דער פּוּלי, ציהט די רעכטע זייט פּון דער שטריקעל ניט מיט א קראָפּט פּון 10 פּונט, נאָר מיט א קראָפּט העלפט פּון 10 פּונט. מיט א קראָפּט פּון 5 פּונט. אויב איהר זאָלט די ספּראַנזשינע אויפּהאַלטען מיט'ן האַנד אוּן איהר זאָלט מיט דער אַנשטרענגונג פּון אייערע מוסקלען לאַנגזאַם ציהען די רעכטע זייט פּון דער שטריקעל מיט דער ספּראַנזשינע ארויף צו, אוּן אויף אזא אופּן ציהען אויף ארויף צו דעם געוויכט W וועט איהר אויף דער ספּראַנזשינע לעזען דיזעלבע געשיכטע, די ספּראַנזשינע צייגט אַן אויף 5 פּונט, דאָס הייסט אז די אַנשטרענגונג קראָפּט פּון אייער האַנד איז יעצט 5 פּונט, אוּן מיט דער אַנשטרענגונג פּון א קראָפּט פּון 5 פּונט, הויבט איהר יעצט אויף א געוויכט פּון 10 פּונט.

עס איז זעלבסטפּערשטענדליף אז אין דעם פאל גראדע ווי אין דעם ערשטען פאל, נעהמען מיר ניט אין אַנבעטראכט די אונבעדייטענדע רייבונג אין דער פּוּלי, אויף ניט די וואָג פּון דער דינער שטריקעל. דאָס איז זא וויט אונבעדייטענד, אז אויף א גענוּעהנליכער פּראַקטער ספּראַנזשינע קען מען דאָס ניט בעמערקען. אויף א גאָר פּינקטליכע דעלִיקאַטע וואָג וואָלט מען אויסגעפּונען אז די אַנשטרענגונג קראָפּט פּון דער האַנד איז עטוואָס מעהר פּון 5 פּונט; גראדע אזוי ווי אין דעם ערשטען פאל מיט דער אונבעוועגליכער פּוּלי, וואָלט אויף א פּינקטליכער וואָג די אַנשטרענגונג קראָפּט פּון דער האַנד נעצייגט עטוואָס מעהר פּון 10 פּונט. ווי איז דאָס מעגליף צו פּערשטעהן, וואָס מיט די בעוועגליכע פּוּלי גיט אונז די מעגליכקייט מיט א אַנשטרענגונג קראָפּט פּון 5 פּונט הויבען א געוויכט פּון 10 פּונט? שפּעטער ווען מיר וועלען בעקאַנט ווערען מיט דער צווייטער אייגפּאַכער מאַשין וועלען מיר קענען מיט דעם געזעץ פּון דער העבעל, אדער ווי ער הייסט אין רוסיש דער ריטשאג — ערקלעהרען דעם מעכאַנישען געווינס פּון דער בעוועגליכער פּוּלי. דערווייל וועט זיין גענוג צו געבען די פאלגענדע אייגפּאַכע ערקלערונג. קוקט זיף צו צו דער פיגור. דער געוויכט W פּון 10 פּונט הייגנט אין מיטען פּון דער פּוּלי אוּן ער ציהט אַן ביידע זייטען פּון דער שטריקעל סיי רעכטס, סיי לינקס גלייף. אזוי ווי ביידע זייטען ווערען אַנ-

נעצוינען מיט א קראפט פון 10 פונט, הייסט דאָס אז יעדע זייט בעזונדער וועלט אָנגעצוינען מיט א העלפט פון די 10 פונט, דאָס הייסט די רעכטע זייט שטריקעל מיט דער ספּראנזשינע וועלט אָנגעצוינען נאָר מיט א קראפט פון 5 פונט אויף אָרונטער צו, און אום דאָס צו בייקומען ברויכען מיר צו האָבען א נעגען קראפט וואָס ארבייט אויף אַרויפצו נאָר פון 5 פונט, און עטוואס מעהר פון 5 פונט וועט בייקומען דעם נעווייכט און מאכען ער זאָל זיך בעוועגען אַרויף צו. אום דאָס ווירקליך צו בעווייזען, קענט איהר איינפיקסען א צווייטע ספּראנזשינע וואָג אויף דער לינקער זייט פון דער שטריקעל, און די ספּראנזשינע וועט אויך איבערציינען אז אויף דער זייט שטריקעל איז דא אויך א קראפט פון 5 פונט. דער עקספּערימענט מיט דער איינצעלנער בעוועגליכער פּולי בעווייזט אז מיט דעם סאָרט פּולי איז די אנשטרענגונג קראפט F פונקט א העלפט פון דער נעגען־קראפט W . אָדער א העלפט פון דעם נעווייכט W וועלכע די אנשטרענגונג קראפט זוכט צו בייקומען. נעהמען מיר בעטראכטען די שטרעקען וואָס די קראפטען F און W נעהען דורך אין זייער בעוועגונג, וועט זיך אויסווייזען א פערקעהרטע פערהעלטנים. ווען דער נעווייכט W הויבט זיך אויף זעקס פוס, דאָס הייסט 6 פוס נעהענטער צו דער באלקע, וועלען דאָך כוזען ביידע זייטען פון דער שטריקעל, אי די רעכטע אי די לינקע, דער־נעהענטערען זיך צו דער באלקע, יעדע זייט אויף 6 פוס, מיט אַנדערע וועלט דער הייסט דאָס, אז די קראפט F פון דער אַנדער וועט מוזען אויסציהען ניט 6 נאָר 12 פוס פון דער שטריקעל אַרויף צו. ווי מיר האָבען פריהער געלערנט, וועלט די ארבייט פון יעדער קראפט געמאָסטען דורך דעם וואָס מיר כפּלען די גרויס פון דער קראפט אויף די שטרעקע וואָס די קראפט האָט געמאכט די זאך אויף וועלכע זי ווירקט צו בעווענען זיך.

אַנווענדעניג דעם רענעל צו אונזערע צווי קראפטען אין דער איינצעלנער בעוועגליכער פּולי, וועלען מיר לייכט אויסגעפינען אז דער נעווייכט W פון 10 פונט, אָדער די צוציהונגקראפט פון 10 פונט האָט זיך אויסגעהויבען א שטרעקע פון 6 פוס אין דער הויך האָט די קראפט אבגעטהאן אן ארבייט פון 10 מאל 6 אָדער 60 פונט־פוס.

די טהעטיגע קראפט F פון דער אנדר, וואס האט געשלעפט דעם געוויכט, איז דאך אין דעם פאל ניט מעהר ווי 5 פונט, דערפאר אבער האט זי דורכגעמאכט א שטרעקע פון 12 פוס, הייסט דאס אז די ארבייט פון דער אנדר איז 5 מאל 12 אויף 60 פונט־פוס, קומט ווייטער אוים דאסזעלבע ווי אין דעם פאל פון דער איינגעפיקסטער פולי, אז די ארבייט וואס איז אריינגעלעגט געוואָרען אין דער מאשין ביי דער ווירקענדער קראפט F רעכטס איז פונקט דיזעלביגע וואס די נעגען־קראפט אדער דער געוויכט W האט אבגענטהאן אויף איהר פלאץ אין דער מאשין.

די מעכאנישע ארבייט איז טאקע דיזעלביגע אויף ביידע פונקטען אין דער מאשין, און דאך האבען מיר דורך דער בעוועגליכער פולי א גרויסען געווינס. א קראפט פון 5 פונט קען הויבען א גע־וויכט פון 10 פונט. אמת, די קראפט פון 5 פונט אנשטרענגונג פון אונזער האנד מוז דערפאר דעקען א שטרעקע 2 מאל אזוי גרויס ווי די שטרעקע אויף וועלכע דער געוויכט וועט זיך הויבען, דאס הייסט די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד וועט מוזען זיך בעוועגען צוויי מאל אזוי שנעל ווי די קראפט וועלכע זי זוכט צו בייקומען, זאבער אין מייסטע פאלען וועט אונז וויניג וואס קימערען וואס מיר ציהען 12 פוס פון שטריקעל אין דער צייט וואס דער געוויכט וועט זיך אויפהויבען נאר אויף 6 פוס, זאלאנג מיר דארפען זיך אנשטרענגען נאר מיט קראפט פון 5 נעגען א ווידערשטאנד אדער א קראפט פון 10 פונט.

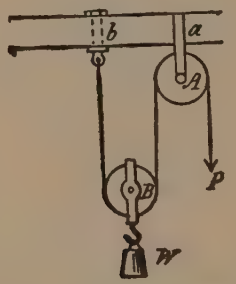
וען מיר וועלען בעקאנט ווערען מיט די איבערינע אייגנשאפטען מאשינען, וועלען מיר זעהען אז דער מעכאנישער נוצען האלט אוים רעכטיג אין אלע פון זיי. אויב דורך א מאשין נעווינען מיר אין קראפט, דאס הייסט מיר קענען מיט א קלענערער קראפט בייקומען א גרעסערען ווידערשטאנד, פערלירען מיר אין נעשווינדקייט גראדע סאווי וי מיט דער אויסצעלנער בעוועגליכער פולי. מיט איהר נעווינען מיר אין קראפט 2 מאל, מיט א קראפט פון 5 פונט קענען מיר הויבען א געוויכט פון צוהן פונט, דערפאר פערלירען מיר אין נעשווינדקייט צוויי מאל. די קראפט פון 5 פונט מוז זיך בעוועגען 12 פוס אין דער צייט וען דער געוויכט הויבט זיך אויף נאר אויף 6 פוס.

פינפטער קאפיטעל

קאמבינאציאנען פון פוליס.

אין דער פראקטיקע ווערען געברויכט א גאנץ מדויסע צאהל פון פערשיידענע קאמבינאציאנען אדער סיסטעמען פון פוליס. מיר ווע־לען זיך מוזען בענוגענען מיט א קורצער בעקאנטשאפט פון די הויפט־סיסטעמען. פיג. 7 שטעלט אייך פאר די איינפאכסטע קאמ־בינאציע פון 2 פוליס, איינע א בעוועגליכע, די צווייטע אן איינגע־פיקסטע.

פיגור 7.

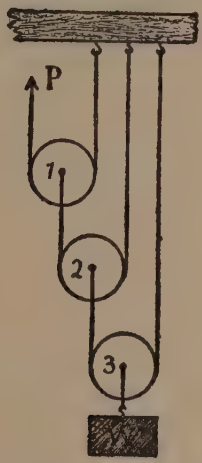


א קאמבינאציע פון 2 פוליס

דער מעכאנישער ווערטה פון דער קאמבינאציע בלייבט דער־זעלבער ווי פון דער איינצעלנער בעוועגליכער פולי, די קראפט וואס קען בייקומען און הויבען דעם געווייכט **W** איז א העלפט פון דעם געווייכט. נאר אנשטאט צוציהען די רעכטע זייט פון דער שטריקעל ארויף צו, ווארפט מען די שטריקעל אריבער דער איינגעפיקסטער פו־לי און דורך דעם קענט איהר ציהען די שטריקעל אויף ארינטער און דער געווייכט **W**, צוויי מאל אזוי גרויס ווי די קראפט וואס ציהט די שטריקעל ארונטער, וועט זיך הויבען ארויף צו. אין דער קאמבי־נאציע קריגט איהר דעם מעכאנישען אויפטהו פון ביידע סארטען פוליס. די בעוועגליכע פולי ניט אונז דעם געווינס אין קראפט

און די אייגנעפיקסטע פולי גיט אונז די מעגליכקייט צו בייטען די ריכטונג פון דער אנגעווענדעטער קראפט. ווי אויבען דערמאנט אויב איהר ווילט אז גיט די קראפט פון אייער האנד, נאר די קראפט פון א פערד זאל הויבען דעם געווייכט W קענט איהר ברויכען א צווייטע אייגנעפיקסטע פולי אויף דער ערד, און דער פערד געפינט דאס זעלבע ווי אויבען. ווען קענען הויבען מיט דער קאמבינאציע א געווייכט צוויי מאל אזוי גרוים, ווי ער וואלט געקענט שלעפען מיט זיין קראפט אהן א מאשין. די הויפט סיסטעמען פון פולים, וואו עס ווערען געברויכט פיעלע פולים אנשטאט איינער, קענען איינגעטהיילט ווערען אין דרייערלייי סארטען: די ערשטע און די אייגענטליכסטע פון זיי איז א קאמבינאציע פון פיעלע בעוועגליכע פולים.

פיגור 8.



א קאמבינאציע פון 3 בעוועגליכע פולים.

(פיג. 8) שטעלט פאר א קאמבינאציע פון דריי בעוועגליכע פולים. אין דער קאמבינאציע איז דא פאר יעדער פולי א בעזונדער שטריקעל. עס זיינען דא דריי פולים און דריי שטריקלעך. יעדע שטריקעל איז מיט איין עק פון איהר צוגעבונדען אויף א בעזונדער פלאץ

...

...

...

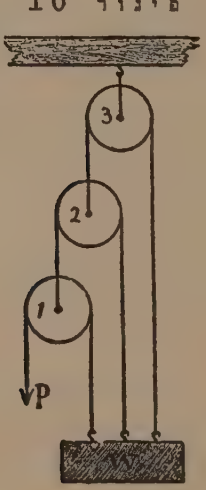
פונט. אדער מיט א העלפט פון זיין געוויכט, דאס הייסט מיט א קראפט פון 5 פונט. קומט אויס אז די צווייטע בעווענליכע פולי ווערט געשלעפט פון דעם געוויכט W ארונטער נאר מיט א קראפט פון 5 פונט, דער דרוק פון די 5 פונט ווערט דאך דורך צוטייליט אויף צוויי־יען: אויף איהר רעכטער און לינקער זייט, דער דרוק פון איהר רעכטער שטריקעל, א העלפט פון די 5 פונט געהערט צו דער באלקע וואו זי איז צוגעבונדען, און איהר לינקע שטריקעל וואס איז צוגעבונדען צום בלאק פון דער ערשטער פולי שלעפט די פולי נור־מער 1 מיט א קראפט בלויז וואס איז העלפט פון 5 פונט, דאס הייסט 2 און א האלב פונט. די פולי נומער 1 וואס ווערט געדריקט ארונטער פון געוויכט W בלויז מיט א קראפט פון צוויי און א האלב פונט, צוטהייליט דאך וויטער דעם דרוק אויף צוויי גלייכע העלפט און אויף דער לעצטער שטריקעל פון דער לינקער זייט איז דא א דרוק ארונטער ניט מעהר ווי איין פונט מיט א פיערטייל און די האנד, וואס האלט אויף די לעצטע שטריקעל לינקס, דארף זיך אנשטרענגען מיט א קראפט עטוואס מעהר פון 1 און א פערטעל פונט און זי ווערט מיט דיזער שוואכער אנשטרענונג קראפט בייקו־מען דעם געוויכט W פון 10 פונט און צווינגען איהם צו בעוו־גען זיך ארויף צו. מיט 3 בעווענליכע פולים איז דער מעכא־נישער געווינס 2x2x2 אדער 8, מיט א קראפט פון א פונט קענען מיר הויבען מיט דער הילף פון די דריי פולים א געוויכט פון 8 פונט, און פאר יעדער נייער בעווענליכער פולי ווערט די אנשטרענונג קראפט אלץ קלענער ווערען אויף א העלפט.

אין פיגור 9 וואס צייגט די קאמבינאציע פון 5 בעווענליכע פור־לים, ווערט די אנשטרענונג קראפט, וואס האלט אויף די לינקע שטרי־קעל פון דער לעצטער פולי A זיין ניט מעהר ווי א צוויי־אונדרייי־סיגטייל פון דעם געוויכט W איהר קענט דאס אליין לייכט בע־רעכענען: פון דריי פולים ווערט די קראפט איין אכטעל; פון דער פיערטער פולי ווערט די נויטיגע קראפט א העלפט פון איין אכטעל, דאס הייסט איין זעכצענטייל, פון דער פינפטער ווערט זי א העלפט פון איין זעכצענטהייל אדער א צוויי־דרייסיגסטייל פון דעם געוויכט

דאס הייסט אז אן אנשטרענונג ארויף צו פון איין פונט ווערט

בייקומען א געוויכט פון 32 פונט, מיט צעהן אזעלכע פולים וואלט מען מיט דער קראפט פון איין פונט נעקענט בייקומען א געוויכט פון טויזענד פונט: אויב 10 פולים מאכען די אנשטרענגונג קראפט א טויזענדטייל פון דעם ווידערשטאנד, דאן הייסט דאס אז נאך 10 פולים ווערן מאכען די אנשטרענגונג קראפט א טויזענדטייל פון א טויזענדטייל אדער איין מיליאנטייל פון דעם געוויכט, מיט אנדערע ווערטער מיט 20 בעווענליכע פולים איינגעארדענט אויף דעם זעלבען אופן ווי די אנגעצייגטע פינורען 8, און 9, וואלט א קראפט פון איין פונט נעקענט אויפהייבען א געוויכט פון א מיליאן פונט. פון דעסטוועגען ווערט די קאמבינאציע פון פולים, ווי אויך די צווייטע ווערקע איך ווייל באלד בעשרייבען, זעהר זעלטען נעברויכט אין דער פראקטיקע. פאר וואס זיי ווערען ווייניג נעברויכט ווערען מיר זעהען שפעטער, ווען מיר בעטראכטען די ביידע סיסטעמען צוזאמען.

די צווייטע קאמבינאציע אדער סיסטעמע פון בעווענליכע פולים.



א קאמבינאציע פון 3 איבערנעקעהרטע בעווענליכע פולים

פינור 10 שטעלט פאר די קאמבינאציע פון דער צווייטער סיסטעם, אויף זיינען דא די דריי פולים פון קלארקייט וועגען פאר־נעשטעלט אהן זייערע בלאקס, ווי איהר זעהט, איז דאס א קאמבי־נאציע פון דער ערשטער סיסטעם, נאר אוועקגעשטעלט מיט'ן קאפ אראפ. אנשטאט צו דער אויבערשטער באלקע זיינען אלע דריי שטריקלעך פון די פולים צוגעבונדען יערע בעזונדער צום נעווייכט W און די לעצטע פולי נומער 3 איז אויפגעהאנגען דורך איהר אקס אויף דער באלקע. דערפאר קומט אויס דער אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד צו ארבייטען ניט אויף ארויף צו, נאר אויף ארונטער. דער מעכאנישער ווערטה פון דער קאמבינאציע איז אביסעל אנ־דערש פון דער ערשטער קאמבינאציע דורך דעם וואס יעדע פון די דריי פולים ארבייט בעזונדער אויף דעם נעווייכט צו וועלבען זיי זיינען צוגעבונדען. לאמיר זאגען אז די קראפט P וואס ציהט ארונטער די שטריקעל פון פולי נומער 1. איז איין פונט, הייסט דאס או די קראפט P ציהט אויף די אנדערע זייט שטריקעל פון פולי נומער 1 וואס איז צוגעבונדען צום נעווייכט W אויף מיט א קראפט פון איין פונט אויף ארויף צו. צו דערזעלבער צייט אבער ציהט פולי 1 דורך דער שטריקעל וואס איז צוגעבונדען צו איהר אקס די פולי נומער 2 ארונטער מיט א דאבעלטער קראפט פון 2 פונט (ווי עס איז פריהער בעוויזען געווארען) און די שטריקעל פון פולי 2 וואס איז צוגעבונדען צום נעווייכט W ציהט דעם נעווייכט ארויף צו מיט א קראפט פון 2 פונט. די צווייטע פולי ציהט שוין די פולי נומער 3 וויטער מיט א דאפעלטער קראפט, דאס הייסט מיט 4 פונט און די שטריקעל פון פולי 3 וואס איז צוגעבונדען צום נעווייכט W שלעפט דעם נעווייכט ארויף צו מיט א קראפט פון 4 פונט. אלזא אלע 3 שטריקלעך צוזאמען ציהען דעם נעווייכט W מיט איין קראפט פון איין פונט און 2 פונט און 4 פונט $4\times2\times1$ סך הכל 7 פונט.

דער מעכאנישער ווערטה פון די דריי בעווענליכע פולים פון דער צווייטער סיסטעם איז ניט 8 ווי אין דער ערשטער סיסטעם, נאר 7; מיט איינע וויניגער ווי אין דער ערשטער סיסטעם, 4 בעווענליכע פולים וואלטען נעהאט אין דעם ערשטען סיסטעם א

מעכאנישען ווערטה פון 16. אין דער צווייטער סיסטעם וועלען די 4 פוליס האבען א מעכאנישען ווערטה פון 15. א. ז. וו.

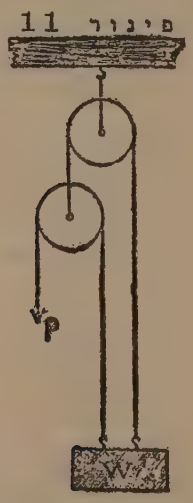
מען קען אט דעם אונטערשייד, וואס די צווייטע סיסטעם איז אימער מיט איינס וויניגער פון דער ערשטער, ערקלעהרען אויף אן איינפאכערען וועג. דער אונטערשייד שטאמט דערפון וואס אין דער ערשטער סיסטעם האט די האנד געארבייט אויף ארויף, און אין דער צווייטער סיסטעם ארבייט די האנד ארונטער. וועז טען זאל בע־טראכטען דעם דרוק אויף דער באלקע, וואס ארים נאך אלעמען האלט דאך די באלקע אויף אי דעם געווייכט W אי דעם וואג פון די שטריק מיט די פוליס, וועלען מיר געפינען פאלגענדעם, אין דער ערשטער סיסטעם האט א קראפט פון איין פונט ארבייטענדיג דורך 3 בע וועגליכע פוליס געקענט הויבען א געווייכט פון 8 פונט און אין דער צווייטער סיסטעם קען די קראפט פון איין פונט הויבען נאר 7 פונט. וואס אנבעלאנגט דעם וואג פון די שטריקלעך און די פוליס, נעמען מיר דאס ניט אין אנבעטראכט ניט אין דער ערשטער און ניט אין דער צווייטער סיסטעם. לאמיר זשע בעטראכטען דעם דרוק אויף דער באלקע אין ביידע פאלען. אין דעם ערשטען פאל וועז דער ג־ווייכט W איז געווען 8 פונט און די קראפט פון האנד איז געווען נאר איין פונט, האט דער געווייכט W זיך־ענדיג ארונטער מיט א קראפט פון 8 פונט געדריקט אויף דער באלקע מיט א קראפט פון בלויז 7 פונט, ווייל דער פונט קראפט פון דער האנד ארבייטענדיג אויף ארויף צו האט צוגענומען אויף זיך איין פונט דרוק פון דעם 8 פונטיגען געווייכט W. אין דער צווייטער סיסטעם, וועז די האנד־קראפט ציהט ארונטער די שטריקל מיט א קראפט פון איין פונט, נעהמט זי אויף זיך קיין טייל ניט פון דעם דרוק פון דעם געווייכט W שטעהט אויס די באלקע אליין דעם דרוק פון 7 פונט געווייכט ווי פריהער.

איך רייד דא בלויז פון דעם געווייכט W פון 8 פונט און די האנד קראפט פון איין פונט, ווייל איך שטיץ זיך אלץ אויף דעם בילד פון דריי בעווענגליכע פוליס, עם פערשטעהט זיך וועז די צאהל פון די פוליס איז ניט דריי, וועלען די פערהעלטניסע צוויישען דעם געווייכט W און די קראפט P אויך זיין אנדערע.

נאך דער בעטראכטונג פון דעם ענין וועלען דעם דרוק אויף דער באלקע קומט אויס, אז אין דער צווייטער סיסטעמע וואו די קראפט טהוט אויף עטוואס ווייניגער ווי אין דער ערשטער סיסטעם. איז דער דרוק אויף דער באלקע גרעסער ווי אין דער ערשטער סיסטעם, וועלן איין פונט קראפט שלעפט ארויף א מאסע פון 8 פונט. האט די באלקע נאר א דרוק פון 7 פונט, און דערזעלבער פונט קראפט מיט דער צווייטער סיסטעם פון פולים קען נאר הויבען א מאסע פון 7 פונט, האט די באלקע אויף זיך דעם גאנצען דרוק פון די 7 פונט און דערצו דעם דרוק פון נאך א פונט פון דער האנד קראפט, ווייל זי ציהט אויף ארונטער צו און ניט ארויפצו, דאס קען מען בעווייזען אין פאלען וועלן די טהעטיגע קרעפטען זיינען פיעל גרעסערע ווי איין פונט, עס צייגט זיך ארויס, אז אין די פאלען מוז מען מיט דער צווייטער סיסטעם האבען פעסטערע באלקעם ווי מיט דער ערשטער סיסטעם, און דאך ווערט די צווייטע סיסטעם מעהר געברויכט אין פראקטיקע ווי די ערשטע. ערשטענס, איז בעקוועמער צו ארבייטען מיט דער האנד ארונטערצו ווי ארויפצו, אוך צווייטענס איז דער ערשטער סיסטעם דאך מען שלעפען אלע פולים ארויפצו, אוך וואס גרעסער אוך שווערער די פולים אלץ שווערער וועט זיין פאר דער האנד צו שלעפען זיי ארויף, פערקעהרט, אין דער צווייטער סיסטעם וואס שווערער די פולים אלץ לייכטער וועט זיין צו ארבייטען אויף ארונטערצו , ווייל די שווערע פולים וועלען מיטהעלפען מיט זייער דרוק ארונטער אנשטאט צו שטערען די קראפט פון האנד, וועלן זי דאך זיי שלעפען אין דער הויך.

אין דער פראקטיקע ווערען די ביידע סיסטעמען זעהר זעלטען געברויכט טראץ דעם וואס דער מעכאנישער געווינם איז אזוי גרוים. מילא, וועלן מיר האבען פערבייגעהענדיג אויסגערעכענט, אז מיט דער הילף פון 20 בעווענגליכע פולים וואלט מען געקענט מיט א קראפט פון איין פונט האבען א מיליאן פונט געוויכט, איז דאך אבגערעדט, אז אין דער פראקטיקע קען מען אזא זאך ניט דערווייזען. וואהרום וואו וועט מען קריגען א באלקע וואס וועט קענען אויסהאלטען א דרוק פון א מיליאן פונט, אפילו די קלענערע צאהלען ווי 3 אוך 4 פולים ווערען אויך ניט געברויכט. ערשטענס איז ניט בעקוועם דאס וואס מען מיז ברויכען צופיעל שטריקלעך, אזוי פיעל

שטריקלעך ווי ביעל פולים. דער הויפט שטער איז דער פראקטיקע איז אבער דאס, וואס די פולים בעווענען זיך ניט מיט דער זעלבער שנעלקייט. נאר די ערשטע פולי, וואס איז די נאהענסטע צו דער קראפט **P** בעווענט זיך 2 מאל אזוי שנעל ווי די צווייטע, און די צווייטע 2 מאל שנעלער ווי די דריטע א. ז. ו. אויך די פינורען שטעהען די פולים גאנץ פיין, אויך דער זעלביגער וויטקייט איינע פון די אנדערע. לאזט אבער אזא מאשין ארבייטען, וועלען די פולים אזוי שנעל פאנאנדער לויפען איינע פון די אנדערע, און ספעציעל די ערשטע וואס בעווענט זיך אם שנעלסטען וועט זיך אין א קורצע ווייל פערטראגען ווייט ווייט פון די אנדערע, און זי ווערט נוצלאז. די צווייטע סיסטעם ווערט אמאל יא געברויכט אין די פאלען וואו עס איז דא גענוג פלאץ צו בעווענען זיך. וועו אייך איז א מאל אויסגעקומען בייואהנען ווי מען לאדעט אוים א קוילען־שיף, זייט איהר געווים איבעראשט געווארען צו זעהען ווי מיט אמאל דער־לאנגט זיך א לאז ארונטער א פולי, דאס ארבייט א קאמבינאציע פון פולים נאך דער צווייטער סיסטעם. אין גאנצען איז דא א קאמ־בינאציע פון 2 בעווענליכע פולים. (פיג. 11) איהר ווייסט דאך

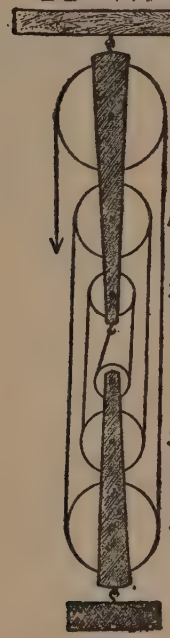


צווייי פולים פון דער צווייטער סיסטעם

אז מיט אזא פאָר בעוועגליכע פולים אין דער צווייטער סיסטעם איז דער מעכאנישער נעווינם 3, א פונט פון דער קראפט P הויבט א נעוויכט פון 3 פונט, דאָס איז כמעט די איינצעלנע קאָמבינאציע פון די ערשטע סאָרטען וואָס וועלן נעברויכט אין פראקטיקע. די קאָמבינאציעס פון דעם דריטען סאָרט האָבען א פיעל קלענערען מעכאנישען נעווינם אָבער אין זיי ווערט אויסגעמיידט אָט די אלע אָנגעצייגטע חסרונות פון די ערשטע סיסטעמען, און דער דריטער סאָרט ווערט כמעט איבעראל נעברויכט אין פראקטיקע.

די דריטע קאָמבינאציע (פיג. 12)

פיגור 12



א קאָמבינאציע פון פולים פון דעם דריטען סאָרט

די פולים זיינען דא, ווי איהר זעהט פון דעם פיגור, איינגע־

טיילט אין 2 סעטס, יעדער סעט בעשטעהט פון דער זעלבער צאהל פולים, אין דער פיגור בעשטעהט יעדער סעט פון דריי פולים, יעדער סעט איז איינגעפיקסט צוזאמען אין איין בלאק. דער אויבערשטער בלאק ווערט אנגעהאנגען אויף דער באלקע, דער נעוויכט היינגט אויף דעם אונטעשטען בלאק. אנשטאט פיעלע שטריקלעך, ווערט אין דער קאסבינאציע געברויכט נור איין שטריקעל. איין עק פון דער שטריקעל מוז מען א פריהער צו בינדען צו דעם אויבערשטען בלאק, דאן כאפט זי ארום די קלענסטע פולע פון דעם אונטערשטען בלאק, געהט אריבער אויף דער קלענסטער פולי פון דעם אויבערשטען בלאק, פון דעם קלענסטען אויבערשטען בלאק צו דער מיטלער פולי פון אונטען, און אזוי ווייטער, ווי איהר קענט דאס דייטליך זעהען אין דער פיגור. דער צווייטער עק היינגט אראפ לינקס פון דער גרעסטער פולי פון דעם אויבערשטען בלאק. אזוי ווי דער גאנצער אונטערשטער סעט פון די דריי פולים איז איינגעפיקסט אין איין בלאק, מוז זיך דער גאנצער סעט בעוועגען ווי איין שטיק און דא קען ניט געמאלט זיין אז די פולים וואס בעוועגען זיך מיט פערשיידענע שנעלקייט זאלען זיך פאנאנדער פליהען, ווי אין די ערשטע צוויי סיסטעמען. עס וואלט אבער אלץ געווען א צרה, אמת די פולים קענען זיך ניט פערנאנדערפליהען, אבער דאך בעוועגען זיי זיך אלץ שנעלער וואס נעהענטער צו דעם געוויכט און צו דער באלקע, און אויב זיי אליין קענען זיך ניט פאנאנדערגעהען, וואלטען זיך געפלאנטערט און געקרימט, אום דאס צו פערמיידען איז דא דער קונציגער אייגפאל, וואס די פולים ווערען געמאכט אלץ גרעסער און גרעסער, אין דער זעלבער פראפארציע ווי עס וואקסט זייער שנעלקייט ביז'ן בעווענען זיך. און דערפאר זיינען זיי אין דער פיגור איינגעטיילט אין דריי פאאר, איינע פון דעם אונטערשטען בלאק מיט דער עגטשפרעכענדער פולי פון דעם אויבערשטען בלאק, דערפאר זיינען די נומערען אין דער פיגור געפאארט 1 מיט 2; 3 פון אונטען מיט 4 פון אויבען, 5 פון אונטען מיט 6 פון אויבען.

די פארמע פון פולים האבען נאך אלץ דעם פעהלער וואס אויף לייגערע שטרעקען קען מען זיי ניט ברויכען, זי קען אויפהייבען דעם געוויכט אויף א גאנץ קלייגע שטרעקע, אז מען זאל אפילו ברוי־

כען א לייננערע שטריק ווי אין דעם פיגור, וואו דער אונטערשטער בלאק איז צו נאהענט צו דעם אויבערשטען, וועט אלץ די גרויסע לייננ פון דעם אויבערשטען בלאק ניט דערלאזען דעם געוויכט צו קומען נאהענט צו דער באלקע, דערפאר וועלט אין דער פראקטיקע נעברויכט אנאנדער פארמע פון דער זעלבער סיסטעם. די פולים וועלן איינגעפיקסט אין בלאק ניט אין דער לייננ, איינע אונטער די אנדערע, נאר זייט ביי זייט אוו דער בלאק איז ניט א לאנגער, נאר א דיקער. (פיג. 13) צייגט דעם אויסערליכען אויסזעהן פון

פיגור 13

דער אויסערליכער אויסזעהן פון פולים אין דער פראקטישען נעברויך

דער פּאַרמע וועלכע ווערט אַם מייסטען געברויכט אין פּראַקטיקע אין אַלע אַנדערע איינצעלהייטען בלייבט דיפּאַרמע די זעלביגע ווי די ערשטע פּאַרמע: די פערשידענע גרויס פון די פּוליס, די אייצעלנע שטריקלעך ווערען צוגעבונדען אויף דעם זעלבען אופן, אויך דאַס פּאַרען די פּוליס אין קאַפּעלס, א. ז. וו.

וואַס אנבעלאַנגט דעם מעכאַנישען געווינם פון דער פּראַקטישער סיסטעם איז ער פּיעל קלענער ווי אין די ערשטע צוויי סיסטעמען, וואַרום א העלפט פון די פּוליס זיינען דאַך איינגעפּיקסטע, און פון די 6 פּוליס זיינען נאָר דריי בעוועלכיע אין דעם אונטערשטען בלאָק. דעם געווינם אַבער קען מען גאַנץ לייכט אויסגעפינען, קוקט זיך צו צו פיגור 12 און איהר ווערט קלאָהר זעהען אז דער געווינט אייגענטליך ווערט אויפגעהאלטען פון 6 שטריקלעך, דאַס הייסט פון דער איין שטריק ווערט 6 טיילען וועלכע זיינען גלייך אָנגעצויגען פון דעם געווינט, דריי רעכטס, און דריי לינקס, וועז דער געווינט ווערט ארויפגעצויגען איין פּום, ווערט יעדער טייל פון די 6 שטריקלעך פּארקירצט אויף איין פּום, און דער פּרייער עק פון דער שטריק, וואו עס ארבייט די אנשטרענגונג קראפט פון דער האנד, מוז זיך ארונטערלאָזען אויף גאַנצע 6 פּום. אזוי ווי די האנד קראפט בעוועגט זיך אין דער סיסטעם 6 מאהל שנעלער פון דער געווינט, צייגט דאַס נאָך דעם אלגעמיינעם געזעץ וואַס מיר האָבען דערמאָנט, אז די קראפט גע'כפל'ט אויף איהר געשווינדקייט, מוז זיין גלייך צו דעם געווינט גע'כפל'ט אויף זיין געשווינדקייט, אז די האנד־קראפט מוז זיין 6 מאהל קלענער פון דעם געווינט און וועז מען כפל'ט איהר אויף איהר געשווינדקייט וואַס איז 6 מאהל גרעסער ווי די געשווינדקייט פון דעם געווינט, וועט דאַס אויסקומען גלייך מיט דעם כפל'ען פון דעם געווינט, אויף זיין געשווינדקייט. אויב דער געווינט איז 6 פּונט און ער הויבט זיך אויף אויף אַיין פּום, דאַרף די קראפט פון דער האנד זיין ניט מעהר ווי איין פּונט און זי בעוועגט זיך צו דערזעלבער צייט אויף 6 פּום ארונטער. אנשטאַט די צאָהל שטריקלעך קען מען זאָגען אז די צאָהל פּין אַלע פּוליס צייגט דעם מעכאַנישען געווינם פּין דער סיסטעם. אין דער פיג. 12 זיינען דא אין גאַנצען 6 פּוליס און דער געווינם איז 6. זאָל מען האָבען 8 פּוליס, 4 איינגעפּיקסטע און 4 בעוועג־

ליכע, איינגעאַרדענט נאָך דער לעצטער סיסטעם נאָך. וועט דער
געווינם זיין 8, מיט אנדערע ווערטער פאר יעדער בעווענליכע פולי
איז דאָ א נעווינם פון 2, 3 בעווענליכע פולים אין דער לעצטער
סיסטעם מאכען א נעווינם פון 6, 4 בעווענליכע פולים א נעווינם
פון 8 א. ז. ו.

נאָך דעם ווי מיר זיינען אביסעל בעקאַנט געווארען מיט איינער
פון די איינפאַכע מאשינען, די פולי, וועט אונז לייכטער זיין צו בע־
גרייפען די בעאַבאַכטונגען וועגען מאשינען אין אלגעמיין, און די
מעכאַנישע נעזעצען וואָס וועלען העלפען אונז צו פערשטעהען די
בעדייטונג פון אלע אנדערע איינפאַכע מאשינען.

זעקסטער קאפיטעל

מאשינען.

מאשינען זיינען אזעלכע מעכאניזמען, וואס גיבען אונז די מעג־ליכקייט, אז א וועלכע עס איז קראפט זאל אנגעווענדעט ווערען אין איין פונקט אדער פלאץ און אויפטהאן זיין ארבייט אין אנאנדער פונקט, און צו דערזעלבער צייט דורך די זעלבע מעכאניזמען קען די אנגעווענדעטע קראפט האבען גאנץ פערשיידענע ריכטונגען, און די ארבייט אויך דעם אנדער פונקט זאל אבגעטהאן ווערען אין אנאנ־דער ריכטונג, דורך א מאשין קען אויך די קראפט זיין פיעל קלענער אין מאס, ווי די קראפט וואס זי דארף בייקומען אויך דעם אנדער פונקט.

די בעוועגונג קראפט פון די ווינטען ווערט אנגעווענדעט אויף די פלינלען פון דעם ווינט־מיל, און די קראפט דורך די מעכאניזמען פון דעם ווינט מיל טהוט די ארבייט אין גאר אן אנדער פלאץ, זי בעווענגט גאר די מיל־שטיינער איינע איבער די אנדערע, די ריכטונגען פון דער טרייבענדער קראפט פון ווינט זיינען דאך גאנץ אנדערע ווי די ריכטונג פון דער בעוועגונג פון די מיל־שטיינער. דאס וואסער פון א וואסער־מיל פאלט מיט א געוויסער קראפט ארונטער אויפ'ן דאד פון דעם וואסער־מיל און טהוט די ארבייט פון צומאלען אנ־דערשוואו, אויך איז די ריכטונג פון דער וואסערקראפט א גאנץ אנ־דערע, ווי די ריכטונג פון די רעדער וואס טהוען די ארבייט, מיר האבען געזעהען ווי דורך די פערשיידענע קאמבינאציעס פון פולים קען אן אונבעדייטענדע קראפט הויבען א געוויכט ניט לערך גרעסער פון איהר. דאך איז די מאשין אין אלע פאלען ניט מעהר ווי א מיטל איבערצוגעבען די מעכאנישע ענערגיע פון איין פלאץ צו דעם אנדערען: אין קיין פאל קען די מאשין ניט בעשאפען נייע ענערגיע אפילו דאס, וועז א קלייניע קראפט קען בייקומען מיט דער הילף פון דער מאשין ווי למשל מיט דער הילף פון די פולים א פיעל

גרעסערע קראפט, הייסט דאָס ווייט ניט, אז די פּוליס האָבען בע־
שאפען נייע קראפט.

מיר האָבען פריהער אין די קאפּיטלען איבער פּוליס אנב אורהה
בעמערקט, אז די ארבייט פון דער קלענערער האנד־קראפט איז פונקט
די זעלבע ווי די ארבייט פון דעם גרעסערען געוויכט, אז מען זאָל
נעהמען אין אנבעטראכט די רייבונגען צווישען די שטריקלעך און
די רעדלעך, און צווישען די פּוליס און זייערע אקסען, וועט אויס־
קומען אז די ארבייט פון דער קלענערער קראפט איז נאָך גרעסער
ווי די ארבייט פון דעם גרעסערען געוויכט, מיר האָבען דורך די
פּוליס בעוויזען, אז די קלענערע קראפט בעווענט זיך דערפאר פּיעל
גרעסערע שטרעקען ווי דער גרעסערער געוויכט.

דער וואָרט ארבייט ווערט נעברויכט אין מעכאניקע אין א בע־
שטימטען זין, עטוואָס אנדערש פון דעם ווי ער ווערט נעברויכט אין
אונזער געווויגלעכער שפּראכע. וואָס מיר זאָלען ניט טהאָן, זאָלאנג
מיר ווערען אין א קורצערער אדער א לענגערער צייט מיד, רופען מיר
דאָס אָן מיט'ן נאָמען ארבייט. א לעהרער ארבייט, א זינגער אין
דער אפּערא ארבייט, זיצען ביי דער קאסע איז אן ארבייט, לעזען
א בוך, האלטען רעדעס, האדעווען א קינד, טענדעז א קראנקען —
אלעס הייסט ארבייט. ארבייט און מעכאניקע הייסט בלויז דאן
ווען די קראפט, ווירקענדיג אויף א געווישען קערפּער, האָט געבראכט
צו דעם רעזולטאָט, אז דער קערפּער בעווענט זיך אין א בעשטימ־
טער ריכטונג נאָך דער ריכטונג פון דער קראפט. דער מעכאניזשער
בענרויף פון ארבייט האָט אין זיך צווויי הויפּט עלעמענטען 1.) די
אקטיוויטע קראפט וואָס זוכט צו בייקומען א ווידערשטאנד, א שטער
צו בעווענגונג. 2) די אקטיוויטע קראפט מוז בייקומען דעם ווידער־
שטאנד, און דער רעזולטאט מוז זיין א בעווענגונג פון דער זאך אין
א גלייכער ליניע, נאָך דער ריכטונג פון דער אקטיוויטער קראפט. אויב
פון דער ווירקונג פון דער קראפט קומט ניט ארויס קיין בעווענונג
זאנען מיר אין מעכאניקע אז קיין ארבייט איז ניט געטהאָן געווא־
רען. די סטאלבעם וואָס שפּאָרען אונטער א שווערע געביידע, טהוען
קיינע ארבייט אין דעם מעכאניזשען זין. א מענש וואָס שטרעננט
זיך אָן אויפצוהיובען א שטיין פון טויזענדער פונטען און ריהרט

איהם ניט פון אָרט טהוט קיין ארבייט, ווי אָבגעמאטערט ער זאָל ניט ווערען פון דער אָנשטרענגונג. וועז א מענש הויבט אויף א שטיין פון דער ערד, אָדער וועז ער קלעטערט ארויף באַרג, דאָס הייסט ער האָט זיך אלייז, זיין אייגענעם געוויכט, אויפגעהויבען אין דער הויך, האָט ער אָבגעטהאָן א שטיק ארבייט, ער האָט בייגע־קומען דעם ווידערשטאַנד, וואָס דער געוויכט פון דעם שטיין אָדער דער נעוויכט פון זיין אייגענעם קערפער צייגט ארויס נעגען די בע־וועגונג, אוז האָט זיי געמאכט זיי זאָלען זיך בעוועגען אין א בע־שטימטער ריכטונג. וועז א פערד שלעפט א וואגען איבער א גלייר־כען וועג, האָט ער אָבגעטהאָן אז ארבייט, ער האָט בייגעקומען די רייבונג צווישען דעם וואגען אוז דער פלאַכע פון דער ערד וואָס שטערט די בעוועגונג, אוז האָט געמאכט דעם וואגען צו בעוועגען זיך אין א נעווייסער ריכטונג.*

דער שטודיאום פון די פולים האָט אונז בעוויזען אז אין אָלע פאלען, וואו די דאזיגע אייגפאכע מאשינען ווערען געברויכט, איז די ארבייט פון דער אקטיוואר קראפט אימער גלייך צו דער אר־בייט פון דעם נעוויכט אָדער דעם ווידערשטאַנד וואָס די אקטיוואַ קראפט זוכט צו בייקומען, וואו די רייבונג איז אונבעדייטענד, אז מען קען דאָס ארוים־לאָזען פון רעכענונג.

עהנליכע עקספערימענטען מיט אָלע סאָרטען מאשינען האָבען בעוויזען אז איבעראל, וואו די רייבונג איז אונבעדייטענד, האָלט

*) ווי אָזוי ארבייט ווערט געמאָסטען, איז שוין גערעדט געוואָרען אין דעם קאַפיטעל וועגען פולים. דער מאָס פון ארבייט איז דער כפל פון דעם גרויס פון דער קראפט מוף די שטרעקע וואָס זי בעוועגט זיך. א קראפט פון 100 פונט וואָס האָט זיך בעוועגט 100 פוס איז 100 מאל 100 אָדער, מיר זאָגען, זי האָט אָבגעטהון אן ארבייט פון צעהן טויי־זענד פוס־פונט. אין מעסטען דאמפף־מאשינען ווערט אָפט געברויכט דער אויסדרוק אָזוי פיעל און אָזוי פיעל פערד־קראפט. א פערד־קראפט איז א קראפט וואָס טהוט אָב 550 פוס־פונט אין א סעקונדע אָדער 33000 אין א מינוט. דאָס איז אויסגעפונען געוואָרען פון א גרויסע צאָהל פראָבען מיט די בעסטע פערד אין ענגלאַנד.

אויס דער אלגעמיינער געזעץ: אדער דער אלגעמיינער פרינציפ פון ארבייט דורך מאשינען, אין אלע סארטען פון מעכאניזמען איז די ארבייט פון דער קראפט אדער קראפטען וואס טרייבען די מעכאניזמען גלייך צו דער ארבייט וואס ווערט אבגענאמען דורך די מאשינען.

דעם פרינציפ פון ארבייט האט ניוטאן אויסגעפונען און פארעפנטליכט אין דעם יאהר 1687, אלס א לאגישען שלום פון זיין דריטען געזעץ פון בעוועגונג אין אלגעמיין. דעם פרינציפ קען מען רעכענען פאר דעם וויכטיגסטען אין דער גאנצער פיזיקע, און ספעציאל אין דער לעהרע וועגען מאשינען קענען מיר מיט דער הילף פון דעם פרינציפ פערשטעהן די בעדייטונג און פאראויסזעהן די ווירקונג פון יעדער מאשין. אזוי ווי דער כלל פון דער אקטיוואר קראפט אויף די צאהל פוס וואס זי בעוועגט זיך מוז זיין גלייך צו דעם כלל פון דער ווידערשטאנד קראפט אויף די צאהל פוס וואס זי בעוועגט זיך, קומט אויס, אז וען די טרייבענדע קראפט איז קלענער למשל פינף מאהל, ווי די קראפט פון דעם ווידערשטאנד, מוז זי זיך בעוועגען מיט א שנעלקייט 5 מאהל גרעסער ווי דער ווידערשטאנד אום דער כלל זאל אויסקומען גלייך, און פערקעהרט וען די אקטיוואר קראפט זאל זיין 5 מאל גרעסער, וועט זי זיך מוזען בעוועגען מיט א שנעלקייט 5 מאהל קלענער פון דעם ווידערשטאנד. פון דערפון קען מען זעהען אז מאשינען וועלכע נעברויכט אין 3 פאלען 1.) וען מען וויל דורך א קלייניע קראפט אויפהויבען א גרויסען געוויכט אדער בייקומען אנאנדער גרויסען ווידערשטאנד. אין דעם פאל זאגען מיר, אז די מאשין גיט אונז א מעכאנישען געווינס. אזוי ווי אין דעם פאל מוז די אקטיוואר קראפט בעוועגען זיך מיט א גרעסערער שנעלקייט, דריקט מען אויס דעם מעכאנישען ווערטה פון דער מאשין אזוי: אויף ווייפיל די מאשין געווינט אין קראפט, אויף אזוי פיל פערליערט זי אין שנעלקייט. 2.) וען מען וויל אז די ארבייט זאל געטהאן ווערען מיט א גרעסערער שנעלקייט, דאן מוז די אקטיוואר קראפט זיין אזוי פיל מאהל גרעסער ווי דער ווידערשטאנד. די מאשינען ווערען אנגערופען מאשינען מיט א מעכאנישען פערלוסט, אדער נאך דעם צוויטען אויסדרוק די מאשין געווינט אזוי פיל מאהל אין שנעלקייט ווייפיל מאהל זי פערלירט אין קראפט. 3.)

וועז מיר ווילען בלויז אז די אקטיוועז קראפט זאל ארבייטען אין איין ריכטונג, אוז די ארבייט זאל אויפגעטהאן ווערען אין אנאנדער ריכטונג, דאן איז די קראפט פון דערזעלבער גרויס ווי דער וויידערשטאנד אוז די מאשין העלפט נאר צו בעקומען די געווינשטע ריכטונג.

מיט דעם פרינציפ וועט אונז לייכטער זיין צו פערשטעהן די איבערינע אינפאכע מאשינען.

די אינפאכע מאשינען זיינען 1) די לייווערס. 2) דער ראד אוז אקסעל. 3) געקארבטע רעדלעף. 4) די פולי. 5) די איינגעבוינענע פלאכע. 6) דער קלין. 7) דער שרויף. די ערשטע דריי שטאמען אלע פון די לייווערס, די לעצטע דריי שטאמען אלע פון דער איינגעבוינענער פלאכע. אוז די פולים איז א קלאס פאר זיך. דא האבען מען מעהר צו טהאן מיט דעם פאקט, וואס די קראפט ווערט איבערגעגעבען דורך שטריקלעף, אוז איז גענרינדעט אויף דעם, וואס די שטריקעל ווערט אנגעצוינען דורך א קראפט אין אלע איהרע פונקטען גלייך. די פולי האבען מיר שוין בעטראכט, פאר די איבערינע 6 אינפאכע מאשינען וועט זיין נויטיג צו אבשטעלען זיך אבוסעל לייננער נאר אויף די לייווערס אוז אויף די איינגעבוינענע פלאכע, ווייל די אנדערע 4 שטאמען פון די 2.

זיעבטער קאַפּיטעל

ליוערס

א ליוער אין דער איינפאַכסטע פֿאָרמע איז ניט מעהר, ווי א האַרטער שטעקעז וואָס קען זיך ניט בויגען. צו קייקלען א שווערע קלאַץ האָט דער מענש געברויכט האַרטע לאַנגע אוז פערשפּיצטע שטעקענס מיט טויזענדער יאָהרען צוריק, ניט האָבענדיג קיין שטיקעל בעגריף ווי אזוי אָט די איינפאַכע מאַשין, דער שטעקעז אָדער דער ליוער העלפּט איהם דאָס צו טהאָן. פון ערפאַהרונג האָט ער דאָס אויסגעפונען. א קלאַץ וואָס ער האָט מיט זיינע אונבעוואָפענטע כחות בשום אופן ניט געקענט ריהרען פון אָרט, איז איהם פערהעלטנים מעסיג לייכט געווען צו קייקלען, וועז ער רוקט אונטער דעם שטעקעז אונטער דער קלאַץ, נראָבט אייז דעם שפּיץ אין דער ערד אוז לייגט צו זיין קראַפט אויפצוהייבען דעם אַנדער עק פון דעם לאַנגען שטעקעז, וועז די קלאַץ האָט זיך אביסעל אַבגעקייקעלט, מאַכט ער דעמזעלבען קונץ מיט זיין איינפאַכע מאַשין, דעם שטעקעז אָדער ליוער, אוז קייקעלט זי אָפּ נאָך ווייטער.

דאַרווין ברייגט ביישפּיעלע פון חיות, וואָס ברויכען מאַנכע מאָהל געצייג, אין דעם דריטעז קאַפּיטעל פון זיין בוך „די אבשטאַמונג פון דעם מענשען", זייטע 115 דערצעהלט דאַרווין, „איינע א מאַלפּע האָט מען אויסגעלערנט צו עפענען די דעקע פון א גרויסען קאַסטעז מיט א שטעקעז אוז נאָכדעם פלעגט זי אָפּט ברויכען א שטעקעז אוז ווי א ליוער צו בעווגען שווערע זאכען, איך האָב אליין געזעהן, ווי א יונגער אראַנג (א מין מאַלפּע) האָט אריינגעשפּאַרט א שטעקעז אין א שפּאַלט , האָט זיך געוומען פאר דעם אנדערען עק פון'ם שטעקעז אוז האָט ריכטיג געארבייט מיט דעם שטעקעז ווי מיט א ליוער" עס איז גאַנץ וואַהרשיינליך אז א ליוער אוז א שטריק געהערען צו גאָר די עלטסטע מעכאַניש ערפינדונגען פון מענשען. אין א פּעריאָדע געווים ניט וויניגער פון 12 ביז 15. טויזענד יאָהר האָט דער מענש דורך זיינע איינפאַכע אינסטיקטיווע בעקאַנטשאַפט

מיט די שווער קרבנות אין שטיר פֿאַרבונדן אונטערליגן א ריזיגע כוונה פֿון ייסוּר. יי צו פֿערלייבטערע זיין ארבייט מיט פֿרעמדיגע נעמען, אין בשותפות די נעמען צו שנייַדן אין פֿלייש. דם ראָבן וויד עמטייליגע פֿאַרלוסט מצאניעצ, שמי רב א. ז. יי. פֿוייכט נים וויגער יי 8 בין 20 שייעך יאָר עייַיך. ראָבער דער פֿלבער ביזונדער פֿאַרם יובער פֿון נריכנע יאָר בעריכט אין ייַן בוך ,אוייאַ' א באריבפֿליגן שאָפּ פֿון דם נאַריכנע שטיר, יי צו ארבייט פֿייכט מיט 20 בלאָזיגר יעג, יי צו דעריכט יי נאָר דער באַדינט פֿון דער ארבייט, יי צו ליגט אין צייכר בישנע אי צין. אי די שייעך מטמאין נאָר אי וויבער, יי צו שטרם מיט די ציאָנוט אין דאָנ. אין ארבייט מיטן שיקער ראָבער אויך דער ראַיאַרש. א. ז. יי. דאָם אין XXX יאָר צירב, צו אינטרוכנע די אונטרוכנע פֿרפֿאַדינגע פֿון די באריבפֿ אין צו רעכט די יי נים ניט ווערט ייכר נעכט אין פֿרפֿייכטן די ארבייט אפֿאַראַטן. ראָבן יי נעבייט צייאָבן רוכבן די פֿרפֿדינגט אין א פֿיסנאַציאָנט יעג. אין ארבער ווידי אי בוסטשטרט רעכטן פֿון ווייכר קונסט ארבייט. דאָם אי נאָר אין נאָנ ווייט פֿון מכאָניק וויסנשאפֿטיק פֿרשר ווינ די פֿנעווירטן פֿון דער ווייכשאָבט אי נעזונ א ווער לאָנר ראָבער פֿראָנם אין ווייכשאָבט דאָנ ו וויך אונפֿאָנגן ביי די אין נריכנ. ווין שוועך פֿנעווירטן פֿון מכאָניק דאָנ נים נאָראָנ ווין אפֿיי אין נריכנאָר, ווייל ו אי אויך נעזונ, יי אין אין צייייאציאָנ פֿון דער ארבערטיט. א שראָנם צייי־ ייאציאָ. אי די נישנעדיק צייכ פֿי אויר נעשיבנ ראָבן וויך אי אפֿיי דער ווייבשטארט פֿון נריכער צייייאציאָ, נעמיכנ 20 שילאָנ אויך יערן בריין בישנר, אין ראָבן ייאָ־ נאָ אי נריכנראָר נים ערנ בנעמנם דם נפֿאַנון פֿון אנ ווערן אונטאָנ שראָנם — נאַבייראָנם אי כאָשינ. ווי ייאָבן אי דם ראַיאַרש אן אונאָנ פֿון א באַציאַרץ ייַיאָציאָ. ערנישר ראָבן וום נפֿאַנון ציינ בלאָנינם פֿאר ווינ ערנישנ.

ארבערש, רבנים מט נוישנליך אים דם ערשנם נריכ דער פֿון א ווישטשאַפֿטער נפֿאַנוינ. ער ראָנ דער ערשנר

טעאָרעטיש בעגרינדעט דעם געזעץ פון לִיווערם, וועגען איהם ווערט דערצעהלט אין געשיכטע, אז ער האָט זיך מיט התפעלות אויסגעדריקט „גיט מיר א שפּאָרונג פונקט פּאר מיין לִיווער, און איך וועל אויפהייבען די גאנצע וועלט, די ערד מיט אַלעמען". זיין געזעץ פון לִיווערם איז טאקע א ריכטיגער, אָבער זיין בעגרינדונג האָט גאָר ניט צו טהאָן מיט דער וויסענשאפט פון מעכאניקע ווי מיר פערשטעהען דאָס היינט, די וויסענשאפט פון בעוועגונג, וואָס האָט זיך אָננעפאָנגען מיט אן ערך פון 300 יאָהר צוריק און האָט זיך שנעל ענטוויקעלט פון ניוטאָן'ן ביז היינט. אַרכימעד איז געווען דער גרעסטער מאטהעמאטיקער פון אַלטערטהום. א זון פון א גריכישען אסטראָנאָם, האָט געקראָגען א טיכטיגע בילדונג נאָך יענע צייטען נאָך אין די שולען פון אַלעקסאנדריע, און האָט פערבראכט זיין לעבען אין דער שטאָדט סיראָקוזי אין סיציליען אין שטודירען מאטעמאטיקע און מעכאניקע, און 75 יאָהר אַלט איז ער געפאַלען פון דער האנד פון א רוימישען סאָלדאט. די געשיכטע וואָס דערצעהלט אזוי פיעל אנעקדאָטען וועגען דעם מערקווירדיגען געניע, דערצעהלט אזא אנעקדאָט וועגען זיין טוידט. דער רוימישער גענעראל נאָך דעם ווי ער האָט איינגענומען די שטאָדט סיראקוזי, וועלכע ארכימעד האָט מאָנאָטען לאָנג פערטיידיגט מיט זיינע קונציגע מאשינען, האָט אריסגעגעבען א בעפעהל זיינע סאָלדאטען, זיי מענען אויסשלאכטען אלע איינוואָהנער אויסער ארכימעדען; וואָן א רוימישער סאָלדאט איז אריינגעקומען צו ארכימעד'ען, האָט ער איהם גענומען בעשעפטיגט מיט מאכען רעדעלעך אין זאמד, און אויף דעם סאָלדאט'ס פראגע וועגען זיין נאָמען האָט איהם ארכימעד גענענטפערט „ריהר ניט אָן מיינע רעדלעך" און דער סאָלדאט האָט איהם נליך גע'הרג'עט, דאָס האָט פאסירט אין דעם יאָהר 212 פאר דער קריסטליכער צייט רעכענונג דאָס איז איבער 2100 יאָהר צוריק.

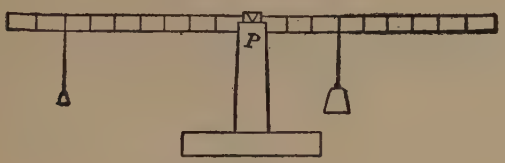
פון די 10 פערבליבענע ביכער זיינען אייניגע אין דעם אריגינאל אין גריכיש, אנדערע אין לאטייניש און אראבישע איבערזעצונגען. אנדערע רעכענען אז 9 אדער 10 ווערקע זיינען פערלאָרען געגאנגען.

פון די פערלאַרענע ביכער רעכענט מען 4 ביכער וואָס האָבען געהאַט א שיכות מיט מעכאַניקע (1) א בוך וועגען וואַגשאַלען און לייוערס, א בוך וועגען דעם געוויכט־צענטער, א בוך וועגען א שרויף וואָס טראָגט ביז יעצט זיין נאָמען „ארכימעדע׳ס ענדלאָזער שרויף" און וועגען רעדער מיט אקסלען.

פערבליבען זיינען דאָ 2 בענדער, וועלכע בילדען דעם פונדאַמענט פון זיינע מעכאַנישע טעאָריען. קיינע מעכאַנישע געזעצען פון בעוועגונג געפינט איהר ביי איהם ניט, קיינע בעגריפען וועגען ארבייט, קראפט, ענערגיע, אינערציע, מאסע, געשווינדקייט פון בעוועגונג זיינען דאָ ניטאָ. דעם לייוער בעטראכט ער ניט אלס אַ מאשין, ער האָט אויסגעפונען ריכטיג דעם געזעץ ווי אזוי עס באַלאנסירען פערשידענע געוויכטען וועלכע היינגען אויף א לייוער, זיינע בעווייזע זיינען ריין געאָמעטרישע, די באלאנסירונג זעלבסט פון געוויכטען אויפ׳ן לייוער בעהאנדעלט ער ניט אלס אַ פראגע פון אַרבייט, נאָר אלס אַ פראגע וואו עס געפינט זיך דער צענטער אָדער דער שווערפונקט פון די באלאנסירענדע זאכען. פאר די וואָס זיינען בעקאנט מיט געאָמעטריע וואלט נעווען אינטערעסאנט צו בריינגען זיינע אריגינעלע בעווייזע פון דעם געזעץ פון לייוערס. ער רעדט נאָר אייגענטלעך ניט וועגען לייוער זעלבסט. אין היינטיגע ביכער פון פיזיקע, אין די קאפיטלען וויי אויסצונעפינען דעם געוויכט־צענטער פון פערשיידענע זאכען, ווערען געברויכט זיינע מעטאָדען און זיינע ערקלערונגען, אָבער וועגען לייוערס און אנדערע מאשינען קענען מיר פון זיינע ארבייטען ניט מאכען קיין געברויך, ווארים אייגענטלעך איז ער נאָר ניט דער גרינדער, אפילו ניט דער אנפאנגער פון מעכאניקע, וועלכע וויסענשאפט, ווי פריהער אנגעצייגט, איז די וויסענשאפט פון בעוועגונג, און וועגען די געזעצען פון בעוועגונג, געפינען מיר ביי איהם אפילו די ערשטע שפורען אויך ניט.

עם וואלט דאך נעווען אן אנרעכט צו ריידען וועגען לייוערס און ניט אבשטעלען זיך אויף ארכימעדעס. יעצט קענען מיר אריבער־גיין צו בעטראכטען די לייוערס, ווי מעכאניקע ערקלערט זיי היינט.

פיגור 14



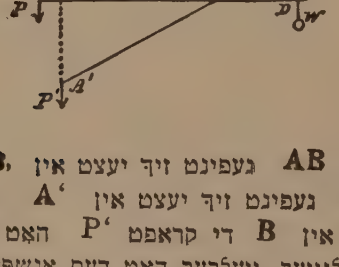
דער אייזנפאכער ליווער

א ליווער (פיג. 14) איז א האַרטער און בויגזאמער שטאַנג, וועלכער קען זיך פריי בעווענגען ארום א וועלכען עס איז פונקט P דער פונקט P הייסט דער אנשפאַרונג־פונקט. דער שטאַנג איז איינגעטיילט אין גלייכע טיילען, ווי איהר זעהט פון די ליניעס אין דער פיגור. לאָמיר זאָגען ער איז איין פוס און א האַלב לאַנג און איז איינגעטיילט פינקטליך אין 18 אינטשעס. עס איז בעזאַרגט אין די רייבונג צווישען דעם שטאַנג און דעם אנשפאַרונג פונקט P זאָל זיין קליין ווי מעגליך. מיר נעהמען אויך ניט אין אַנבעטראַכט דעם געווויכט פון דער שטאַנג זעלבסט. יעצט היינגט אויף אויך א פאָדים 3 פונט 2 אינטשעס רעכטס פון דעם אַנשפאַרונג פונקט. זוכט אוים א פונקט לינקס, וואו איהר קענט אויפהענגען איין פונט, און דער שטאַנג זאָל בלייבען רוהיג, דאַס הייסט געפינט א פונקט לינקס וואו איין פונט זאָל אויפהאַלטען די 3 פונט רעכטס, וועט איהר אויסגעפינען אז דער פונקט מוז זיין פינקטליך 6 אינטשעס לינקס פון דעם אנשפאַרונג פונקט. כפל'ט די 3 פונט אויף איהר שטרעקע פון דעם אנשפאַרונג פונקט, קריגט איהר די צאָהל 2 מאָל 3 — 6; כפל'ט דאַס זעלבע דעם איין פונט לינקס אויף זיין שטרעקע בעקומט איהר אויך פינקטליך 1 מאָל 6 — 6; פרובירט אנשטאט איין פונט אויפהיינגען 2 פונט לינקס, וועט איהר אויסגעפינען, אז די שטרעקע יעצט פון דעם אנשפאַרונג פונקט לינקס איז גראדע 3 אינטשעס; ווייטער צייגט זיך ארוים אז דער כפל פון די 2 פונט אויף 3 איז 6; נעהמט אנדערטהאַלבען פונט, וועט דער פונקט לינקס זיין 4 אינטשעס פון דעם אנשפאַרונג פונקט. און דער כפל פון די אנדערטהאַלבען פונט אויף 4 איז וויטער 6. ווי־פיעל עקספערימענטען איהר זאָלט ניט מאַכען, וועלכע געווויכטען

איהר זאלט ניט נעהמען אוז אויפהיינגען זיי אויף די פערשיידענס־
טע פונקטען פון דעם ליוועד רעכטס אוז לינקס פון פונקט **P** וועט
איהר אויסגעפינען, אז דער כפל פון דעם געוויכטס רעכטס אויף זיין
ווייטקייט פון דעם פונקט **P** איז גלייך צו דעם כפל פון דער אק־
טיוועד קראפט לינקס אויף איהר ווייטקייט פון׳ם פונקט **P** • די
ווייטקייטען פון דעם אנשפאדונג־פונקט רופט מען די ארעמס פון
דעם ליוועד, אוז דער כפל פון דער קראפט אויף זיין ארעם, רופט
זיך דער מאמענט פון דער קראפט.

קורץ אויסגעדריקט וועט דער געזעץ פון ליוועד לויטען אזוי
„דער מאמענט פון דעם געוויכט מוז זיין גלייך צו דעם מאמענט פון
דער אקטיוועד קראפט". דאס איז ווען די צוויי קראפטען באלאנ־
סירען איינע די אנדערע אוז דער ליוועד בעווענגט זיך ניט. ווען מען
זאל צולענען דעם מינדעסטען געוויכט לינקס צו דער אקטיוועד
קראפט וועט זיך דער ליוועד אנהויבען צו בעווענגען, דער לינקער
ארעם מיט זיין געוויכט וועט זיך ארונטערלאזען, אוז דער געוויכט
רעכטס מיט׳ן רעכטען ליוועד־ארעם וועט זיך אויפהויבען. (פיגור

פיגור 15



15) דער ליוועד **AB** געפינט זיך יעצט אין **A, B,** די אק־
טיווע קראפט **P** געפינט זיך יעצט אין **A'** אוז דער געוויכט
W נעפינט זיך אין **B** די קראפט **P'** האט דעם ליינגערען
ארעם פון דער ליוועד, וועלכער האט דעם אנשפאדונג פונקט אין
F אוז דער געוויכט **W** האט דעם קלענערען ארעם. יעצט וועז
דער ליוועד בעווענגט זיך ארבייטען ביידע קראפטען, קוקט זיך צו צו
די שטרעקען וואס די קראפטען האבען דורכגעמאכט אין זייער בע־
וועגונג, וועט איהר לייכט זעהען אז די אקטיווע קראפט **P** האט
זיך בעווענגט אדער ערווייטערט פון זיין פריהערדיגער לאגע אויף די

געפינטעלטע ליניע $A'C$, וועלכע איז פיעל גרעסער ווי די W שטרעקע $B'D$ וואס דער געווינט W האט געמאכט. דער וואס וויים אביסעל געאמעטריע קען לייכט בעווייזען אז די פראפארציע צווישען די דאזיגע שטרעקען איז גראדע דיזעלבע ווי די פראפארציע צווישען די ליווער ארעמס. אויב דער ליווער ארעם $A'F$ פון דער אקטיוואר קראפט P איז למשל 3 מאל גרעסער ווי דער ארם FB. פון W, וועט די שטרעקע $A'C$ פון דער קראפט P אויך זיין 3 מאל גרעסער פון דער שטרעקע $B'D$ פון דעם געווינט W.

דאס בעווייזט וויטער ווי ריכטיג עס איז דער פרינציפ פון ארבייט. אויב די קראפט P איז 3 מאל קלענער פון W איז דערפאר די שטרעקע פון זיין בעווענונג 3 מאל גרעסער ווי די שטרעקע פון W, און די ארבייט וואס איז אריינגעלענט אין דער מאשין ביי P איז פונקט דיזעלבע ווי די ארבייט פון דעם געווינט W וועלכען P האט בייגעקומען און אויפגעהויבען אין דער הויך.

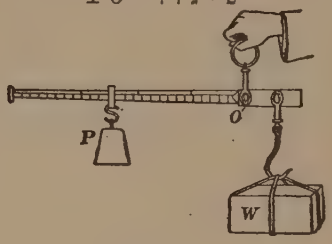
אויב א קראפט פון א פונט קען דורך דעם גרעסערען ארעם אויפהויבען א געווינט פון 3 פונט, וועט דער פונט קראפט בעווענען זיך אויך א שטרעקע 3 מאל גרעסער ווי דער 3 פונטיגער געווינט, און זייערע בידע ארבייטען וועט אויסקומען גלייך. דערמיט וואס איהר האט געוואונען אין קראפט 3 מאל האט איהר פערלאָרען אין געשווינדקייט 3 מאל. זאל פערקעהרט דער געווינט היינגען אויף דעם לאנגערען ליווער ארעם, וואלט איהר געראַרפט אנווענדען אויפ'ן קורצערען ארעם 3 פונט קראפט פאר יעדען פונט פון'ם געווינט, איהר פערליירט 3 מאל אין קראפט, דערפאר וואלט זיך דער געווינט בעווענען 3 מאל שנעלער פון אייער אקטיוואר קראפט.

אכטער קאפיטעל

די דריי קלאסען ליווערס.

די ערשטע קלאסע ליווערס זיינען אזעלכע וואס זייער אנשפאנונג־פונקט ליגט צווישען דעם געוויכט און דער אקטיווער קראפט. נעווענהנליכע וואגשאלען איז דער אויפאכסטער ביישפיעל פון אזא ליווער, זיינע ביידע ארעמס מוזען זיין גלייך. א מאל פלעגט מען אפט ברויכען אויף אבצואוועגען זאכען אן אויפאכערען אינסטרומענט וואו דער פרינציפ פון א ליווער מיט ניט גלייכע ארעמס ווערט אנגעוענדעט. אין רוסלאנד האט ער געהייסען בעזמען (פיג. 16)

פיגור 16

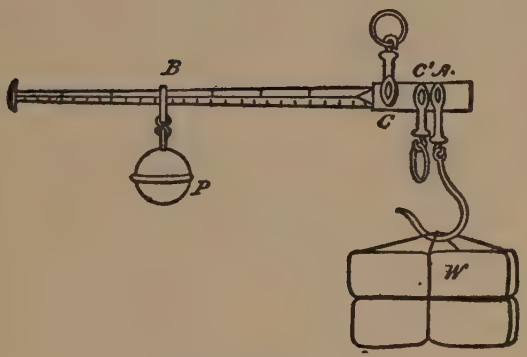


דער בעזמען

דעם אינסטרומענט איז לייכטער צו טראגען מיט זיך, און רייזענדע קויפלייטע פלעגען זיך מיט אים פיעל בענוצען, אויסער דעם ברויכט מען ניט צו האבען פיעלע גענויכטען מיט זיך. דער אנשפאנונג פונקט איז ביי דער הענטעל O, וועלכע איז גאנץ נאהענט פון דעם רעכטען עק פון דעם אייזערנעם אדער קופערנעם ליווער. די זאך וואס מען דארף אבוועגען הייבגט מען אויף דעם קורצען ארעם. און רוקענדיג דעם גענויכט P, קען מען מיט דעמזעלבען לייכטען גענויכט אבוועגען גאנץ שווערע זאכען. די צייכענונגען אויף דעם אינסטרומענט צייגען וויפיעל פונט דער גענויכט P באלאנסירט וועט ער דערגרייכט די פערשיידענע פונקטען. לאמיר אננעהמען וועט P וואס וועגט איין פונט שטעהט ביי דעם ערשטען פונקט גראדע

אזוי ווייט פון דער הענטע O לינקס, ווי דער קרוק אויף וועלכען מען היינגט אן די זאכען צום וועגען איז ערווייטערט פון איהר רעכטס, דאן אזוי ווי ער איז א לייוער פון גלייכע ארעמס, וועט איהר P באלאנסירען איין פונט און דער W וועגט דאן א פונט, אויף דער צווייטער צייכנונג האט דער פונט P לינקס א ארעם 2 מאל גרעסער, וועט ער באלאנסירען 2 פויט און די זאך W זאגען מיר וועגט 2 פונט, א. ז. ו.

פיגור 17



א דאפעלטער בעזמען

א שטיקעל פערבעסערונג אין דעם אינסטרומענט קענט איהר זעהען אין (פיג. 17). דער שטאנג האט אויף זיך צייכנונגען פון ביידע זייטען אי פון אויבען אי פון אונטען. ער האט אויף 2 הענטלעך פון אויבען און פון אונטען. די אונטערשטע הענטעל איז גאר נאהענט פון דעם קרוק אויף וועלכען מען היינגט די זאכען צום אבווועגען. דא האט איהר אין איינעם 2 אזעלכע אינסטרומענטען. איהר וועגט אויף איהם ווי פריהער. ברויכט מען צו וועגען גאר שווערע זאכען, קעהרט איהם איבער אויף דער אנדער זייט און איהר מאכט דעם רעכטען ארעם מיט דעם, וואס די הענטעל איז אזוי נאהענט צום קרוק, פיעל קירצער, און איהר האט א נייעם אינסטרומענט מיט נייע צייכנונגען

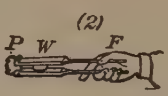
און איהר קענט מיט דעמזעלבען געוויכט וועגען פיעל מאל שווע־ רערע זאכען ווי פריהער.

אין דער ערשטער קלאסע ליוועדס האבען די 2 קראפטען, די אקטיוועל און די וואס מען וויל בייקומען, געווירקט אויף ביידע זיי־ טען פון דעם אנשפארונג פונקט, איינע רעכטס און איינע לינקס. די ארעמס פון די קראפטען האבען געקענט געמאכט ווערען ביידע גלייך אזוי ווי אין די געווהנליכע וואגשאלען און דאן האבען מיר קיין מעכאנישען געווינס און קיין מעכאנישען פערלוסט, די ביידע קראפטען זיינען דאן גלייך; מיר האבען געקענט מאכען דעם ליוועד ארעם פון דער אקטיוועד קראפט פיעל מאל לענגער ווי דעם ארעם פון דעם געווייכט W און דאן האבען מיר א מעכאנישע געווינס אויף אזוי פיעל מאל, וויפיעל מאל דער ארעם פון דער אקטיוועד קראפט איז לענגער פון דעם קורצען ארעם פון W; און צו דערזעל־ בער צייט האבען מיר געמוזט האבען א פערלוסט אין געשווינדקייט פינקטליך אויף אזוי פיעל מאל וויפיעל מאל מיר האבען געוואונען אין קראפט, און פערקעהרט. מיר האבען געקענט מאכען דעם ליוועד ארעם פון דעם געווייכט W לענגער און דעם אנדערען ארעם פון דער אקטיוועד קראפט קורצער, דאן האבען מיר א מעכאנישען פער־ לוסט; אויב דער קראפט ארעם אויפ'ן ליוועד זאל זיין 3 מאל קיר־ צער פון דעם געווייכט ארעם ווען מען מוזען אנווענדען א קראפט פון דריי פונט אויפצוהויבען איין פונט פון דעם געווייכט און צו דערזעלבער צייט ווי גרויס עם איז דער מעכאנישער פערלוסט אזוי גרויס איז דער געווינס אין געשווינדקייט: די 3 פונט הויבענדיג דעם פונט, וועלען מאכען דעם איין פונט פון'ם געווייכט W צו בעווענען זיך דריי פום הויך, וואהרענד די 3 פונט וועלען זיך ארונ־ טערלאזען נאר איין פום. אין די ליוועדס פון דער צווייטער און דריטער קלאסע געפינען זיך ביידע קראפטען אויף איין זייט פון דעם אנשפארונג־פונקט, אויך אין זיי קענען די ארעמס ניט זיין גלייכע, איינע מוז דאך זיין נעהענטער צום אנשפארונג־פונקט ווי די אנדערע, ווי באלד זיי זיינען ביידע אויף איין זייט פון איהם, און דערפאר מוז אדער די אקטיוועד קראפט האבען דעם לענגערען ארעם, און דאן רופט מען עם א ליוועד פון צווייטער קלאסע, אדער דער געווייכט W האט דעם לענגערען ארעם און דאן רופט מען

עם א לִיוּוער פּון דרִיטע קלאַסע. אין די טעקסט־ביכער איבער מע־
כאַניקע וועט געוועהנלִיך געמאכט דער אונטערשייד צווישען די
לִיוּוערס פּון דער צווייטער קלאַס און די לִיוּוערס פּון דער דרִיטער
קלאַס אז אין דער צווייטער קלאַסע לִיוּוערס איז דער געוויכט W
צווישען דער אקטיוּוער קראַפט און דעם אנשפּאַרונג פּונקט און אין
דער דרִיטער קלאַסע איז די אקטיוּוע קראַפט צווישען דעם געוויכט
און דעם אנשפּאַרונג־פּונקט; עס איז דאָס זעלבע וואָס איז געזאָגט
געוואָרען אין מײַן ערקלערונג, וועלכע העלפט גלִיִיך צו פערשטעהען
דעם מעכאַנישען וועט פּון די ביידע קלאַסען לִיוּוערס. די צווייטע
קלאַסע יוּאָס האָט דעם ארעם פּון דער אקטיוּוער קראַפט לענגער, גיט
אימער א מעכאַנישען געווינס און א פערלוסט אין שנעלקייט, די
דרִיטע קלאַסע לִיוּוערס, וואָס האָבען דעם ארעם פּון דעם געוויכט א
לענגערען גיבען אימער א מעכאַנישען פערלוסט און א געווינס אין
שנעלקייט.

דער גראָבער שטעקען וועלכען אפילו דער וויילדער מענש האָט
געברויכט צו קייקלען קלעצער, וועגען וועלכען מיר האָבען אָנגע־
צייגט אין אָנפאַנג פּון דעם קאַפּיטעל איבער לִיוּוערס, איז א לִיוּוער
פּון דער צווייטער קלאַסע. דער פערשפּיצטער עק וואָס וועט אייַ־
נגעראַבען אין דער ערד אונטער'ן קלאָץ איז זיין אנשפּרונג פּונקט.
דער געוויכט P פּון דעם קלאָץ וואָס דער מענש וויל בייקומען
האָט א גאַנץ קורצען ארעם, ער דריקט זעהר נאָהענט פּון דעם אנ־
שפּארונג פּונקט, די אקטיוּוע קראַפט די האַנד האָט די לענג פּון
דעם גאַנצען שטעקען פּאַר איהר ארעם. אויב די ליינג פּון דעם
גאַנצען דראַנג איז אפילו ניט מעהר ווי 10 מאָל אזוי פיעל ווי דער
קורצער ארעם פּון דער קלאָץ, קען די האַנד מיט א קראַפט פּון 100
פּונט הויבען א געוויכט פּון 10 מאָל 100 אָדער 1000 פּונט, א מעכא־
נישער געווינס פּון 10 מאָל, און דערפּאַר פערלירען מיר אין שנעל־
קייט; פּאַר יעדען פּוס וואָס די האַנד הויבט זיך וועט די קלאָץ
הויבען זיך איין צעהנטייל פּון א פּוס. א נוס־קרעקער (פיג. 18)

פיגור 18



נים־קרעקער

איז אויך אזא ליווער. P דער אנשפארונג־פונקט איז ביים ענדע פון דעם נוס־קרעקער וואו ער שליסט זיך צוזאמען. W דער נוס וואס מען דארף בייקומען ליגט נאהענט צו P און ער האט דעם קורצען ארעם. די האנד F די אקטיוו קראפט האט דעם לאנגען ארעם פון דעם ליווער, און דער מעכאנישער נעווינס איז אזוי גרויס וויפיעל דער האנד ארעם איז גרעסער פון דעם נוס ארעם.

פיגור 19

א טאטשקע פאר שווערע משאות

פיגור 20

א נערטנערם טאטשקע

א טאטשקע איז אויך א מין ליווער פון דער צווייטער קלאס. (פיג. 19) (פיג 20). דער אנשפארונג פונקט איז אין דער אקס ביים רעכטען עק פון דער טאטשקע. דער רעדעל איז ארויפגעוצט אויף דער אקס צו פערקלענערן די רייבונג. דער נעוויכט איז די מאסע אין דער טאטשקע. און די אקטיוו קראפט פון דעם וואס ארבייט ווערט צוגעלענט צו די הענטלעך פון דער טאטשקע אין פראנט.

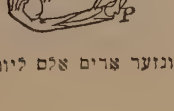
וועז די מאסע איז א שווערע ווי ציגעל, שטיינער, אייזען זאלט דער ארבייטער צו פערגרוקען די מאסע צום וועגטל לעבען דער אקס, ווייל וואס נאהענטער די שווערע מאסע איז צו דער אקס, אלץ קירצער איז דער נעוויכט ארעם און אלץ גרעסער וועט זיין דער מעכאנישער נעווינס. קוקט זיך צו צו די צוויי טאטשקעס, וועט איהר זעהען וויפערשידען זיי זיינען געבויט. פיג. 20 איז א וועגלע פאר פיהרען לייכטע זאכען. ער ווערט געברויכט אין פארקס, אין גאר־

טענס צו פיהרען גראז, בלומען א. ז. וו. די שווערקייט פון די זאכען שפיעלט דאָ קיין ראָליע ניט. דער קאסטען פון׳ם וואָגען איז ניט אָנגערוקט אויף׳ן אקס. עס איז ניט נויטיג צו מאכען דעם נעוויכט ארעם אזוי קורץ ווי מעגליך. די לייכסטע זאכען פילען אן דעם קאסטען, די העבטלעך זיינען קורצע, ווייל מען ברויכט ניט צו מאכען דעם ארעם פון דער אקטיוואר קראפט אזוי לאנג, נאָך אנדערש איז דער פאל פון דער טאטשקע (פיג. 19), וואָס ווערט געברויכט צו פיהרען די שווערסטע זאכען, אום צו מאכען דעם מעכאנישען גע־ווינס וואָס גרעסער, מוז מען זעהען צו האָבען וואָס לענגער דעם קראפט ארעם און וואָס קורצער דעם געוויכט ארעם. דערפאר זיינען די העבטלעך אין דער טאטשקע לאנגע, דער קאסטען פון׳ם וואָגען איז ארויפגערוקט איבער׳ן אקס, אויך איז דער טייל פון׳ם קאסטען איבער׳ן אקס טיעפער, כדי מען זאל קענען די שווערע מאסע צורו־קען נעהענטער צו דער וועגטעל און מאכען דעם געוויכט ארעם וואָס קורצער. וואָס נעהענטער די שטיינער וועלען ליגען צו דער אקס, אלץ לייכטער וועט דאָס זיין דעם ארבייטער צו שלעפען די טאטש־קע.

דער בעסטער בישפיעל פון א דריטע קלאסע ליווער איז די צוואנגעל אָנצוגעהמען א שטיקעל צוקער. דאָ ברויכט מען ניט צו זארגען פאר א מעכאנישען געווינס. דער אנשפארונג פונקט איז דאָ אין דעם אויבערשטען עק, דער אנדער עק איז דער וואָס פערכאפט דעם שטיקעל צוקער, די נאָנצע לענג פון דעם צוקער־צווענגעל איז דאָ דער געוויכט ארעם, און די אקטיוואָ קראפט, די האנד, ווערט צו־נעלעגט אין מיטען פון דער צווייענגעל.

נאך א בישפיעל פון אזא ליווער איז דער מעכאנישער נעבוי פון אונזער האנד אליין. (פיג. 21). דער אנשפארונג־פונקט P איז

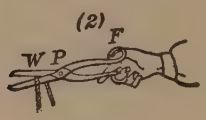
פיגור 21



אונזער ארים אלס ליווער

דער עעלענבויגען. דער נעוויכט W ליגט אין דער האנד אוו דער מוסקול F. וואס מאכט די האנד מיט דעם נעוויכט צו הויבען זיך, איז צוגעבוגדען ניט ווייט פון P. דא איז דער נעוויכט ארעם פיעל לענגער פון דעם קראפט־ארעם. מיר פערליזען אין מעכאניישער קראפט. אום צו הויבען איין פונט מוז זיך דער מוסקול אנשטרענגען פיעל מאל מעהר ווי איין פונט, דערפאר נעווינען מיר אין שנעל־קייט, דער מוסקול F בעווענט זיך אן אונבעדייטענדע שטרעקע אוו דער נעוויכט W מיט דער האנד בעווענען אזוי פיעל מאל שנעלער ווי פיעל מאל דער נעוויכט־ארעם פון דער האנד ביז'ן עלענבויגען איז גרעסער פון דעם קורצען קראפט־ארעם פון עלענ־בויגען ביז דעם עק פון דעם מוסקול F.

פיגור 22



א שערעל

א געווהנליכע שער (פיג. 22) איז א דאפעלטער ליווער פון דער ערשטער קלאסע. דער אנשפאנונג־פונקט איז P דער שרייפעל וואס שליסט בויידע טיילען פון דער שער. און די טעטיווע קראפט, די האנד, ארבייט אויף איין זייט פון W.P די זאך וואס מיר ווילען צושנייידען איז אויף דער אנדער זייט פון P דאהר מען שנייידען א לייכטע זאך ווי פאפיער, לייכטע באבריק־שטאפען. קען מען מאכען דעם נעוויכט ארם פון W ביז P פיעל ליינגער פון דעם קראפט־ארם P F, און דאן וועלען מיר נעווינען אין שנעלקייט, דאהר מען אבער שניידען שווערע זאכען ווי אייזען, צין א. ז. ו. מאכט מען דעם ארם W P קורץ ווי מעגליך און דאן נעווינען מיר אין קראפט.

אמאל קען איין אדער דערזעלבער אינסטרומענט ווערען פון איין סארט ליווער א צווייטער סארט. דער שטעקען מיט וועלבען מיר קייקלען קלעצער, האבען מיר נעזאגט, איז א ליווער פון דער צווייטער קלאסע, וועז דער פערשפיצטער עק ווערט איינגענראבען אין דער

ערד. וועו די קלעצער ליגען איינע אויף די אנדערע אוו איהר שפּאַרט אריין דעם שטעקען צווישען זיי, אוו איהר זוכט אַראַבצור־קייקלען דעם אויבערשטען קלאַץ פוו דעם אונטערשטען. ברויכט איהר דעמזעלבען שטעקען וויי א ליווער פוו דער ערשטער קלאַסע. דער אנשפּאַרונג־פונקט איז אויפ'ן אונטערשטען קלאַץ, אוו דער נעוויכט די אויבערשטע קלאַץ ווירקט אויף איין עק פוו דעם שטע־קען אוו אייער האנד ווירקט אויפ'ן אנדערען עק, אוו דריקט איהם אַרונטער, כדי אויפצוהויבען אביסעל דעם אויבערשטען קלאַץ אוו אַראַבקייקלען איהם. דאַם זעלבע וועו איהר ברויכט אַן אייזערנעם שטאַנג אויפצוריסען די דעק פוו א קאַסטען. דער אנשפּאַרונג פונקט בייט זיך, אוו דער שטאַנג ווערט אַט אַן ערשטע קלאַסע אין אַט א צווייטע קלאַסע ליווער.

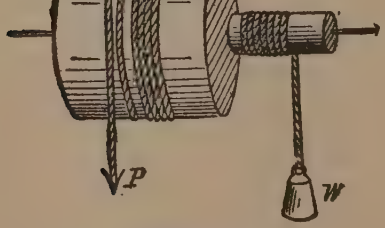
א צוואַנג אַרויסצוריסען נעגעל איז א ערשטע קלאַסע ליווער וועו איהר פערכאַפט מיט איהם דעם נאַגעל, דאַן איז ער גלייך ווי א שער, א ערשטע קלאַסע ליווער. וועו דער נאַגעל איז שוין פערכאַפט אוו איהר שפּאַרט אַן דעם צוואַנג אַן דער פאַדלאַנע אַדער אַן וואַנט אום אַרויסצוריסען דעם נאַגעל פוו דעם האַלץ, ווערט דער צוואַנג א צווייטע קלאַסע ליווער.

נייַנטער קאַפּיטעל

א ראָד מיט אן אקסעל.

די גלייכע לייוערס ווערען ווייניגער געברויכט ווי די לייוערס, ווען האָבען די פּאַרמע פון צילינדרען אַדער רעדער. א גלייכער לי־ ווער האָט זעהר א בעשרענקטע בעווענגונג. זיינע עקען בעווענען זיך נאָר ארויף און אראָב און אויף נאָר ביז א זעהר קלייניעם גראד. אפט גליטשט זיך דער לייוער אראָב פון זיין אנשפּארונג פונקט. די אלע פעהלערן זיינען נישטא אין די סאָרטען לייוערס ווען היימען אין מעכאניקע „ראָד און אקסעל". דער צילינדער אַדער דער ראָד ווען איז ארויפגעוועצט אויף א פעסטע אקס, ווערט שיון פון זיין אנשפּא־ רונג־פונקט ניט קענען אראָבגליטשען זיך. (פיג. 23) צייגט די אייג־ פאכסטע פּארמע פון אזא מאשין. זי בעשטעהט פון 2 צילינדערען פון פערשיעדענע גרויס. ביידע פון איין שטיק, און ביידע דרעהען זיך ארום איין אקס. דאָס איז דער דינער שטיק אייזען, וועלכען איהר זעהט ארויסשטאַרצען פון׳ם צענטער פון ביידע צילינדרען. דער גרוי־ סער צילינדער היימט דער ראָד, און דער קלענער היימט די אקסעל. ארום דעם ראָד איז ארומגעדרעהט א שטריק, אויף איז אויף דעם אק־

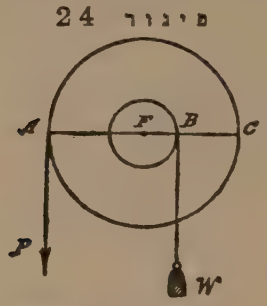
פיגור 23



ראָד איז אקסעל

סעל ארומגעדרעהט א שטריק, נאָר איין א פערקעהרטער ריכטונג און

וועז מען ציהט ארונטער די שטריק פון דעם ראד, וועלט די שטריק פון דעם אקסעל אלץ מעהר אנגעדרעהט אויף איהם אוז פערקעהרט, וועז די שטריק פון דעם אקסעל ציהט זיך אויס אוז דרעהט זיך אב פון דעם אקסעל, וועלט די שטריק פון דעם ראד אלץ מעהר אנגעדרעהט אויף איהם. צום עק פון דער אקסעל שטריק איז צוגעבונדען דער געוויכט W, אוז די קראפט P וועלט אנגעוונדעט ארונטערצושלעפען די שטריק פון דעם ראד. וועז די קראפט P ציהט די ראד־שטריק ארונטער, הויבען אז בייעד צילינדערען זיך דרעהען ארום דער אקס, אוז די אקסעל־שטריק דרעהט זיך אויפ'ן אקסעל אוז הויבט דעם געוויכט W ארויף צו. וועז דער ראד האט זיך איינמאל ארומגעדרעהט, אדער וועז איינער פון זיינע פונקטען איז געקומען צוריק אויף דעמזעלבען פלאץ ווי פון אנפאנג, וועט זיך דער קלייגער צילינדער, דער אקסל אויך איינמאל ארומדרעהען, אזוי ווי דער ראד איז דאך פיעל מאל גרעסער ווי דער אקסעל, וועט די קראפט P ארונטערציהען א פיעל לענגערע שטיק פון איהר שטריק ווי דער אקסעל וועט ארויפציהען אויף זיין שטריק. די ארונטערגעצויגענע שטריק וועט גראדע זיין אזוי פיעל מאל לענגער פאר דער ארויפגעצויגענער שטריק ווי פיעל מאל דער ארום פון דעם ראד איז גרעסער פון דעם ארום פון'ם אקסעל. הייסט דאס אז P וועט זיך בעווענגען אזוי פיעל מאל שנעלער ווי W. אוז פון דעם נעזעץ פון ארבייט ווייסען מיר אז אויב P בעווענגט זיך לאמיר זאגען 10 מאל שנעלער ווי W מוז זי זיין 10 מאל קלענער פון W. אוז א פונט קראפט צוגעלעגט צו דער שטריק פון'ם ראד וועט בייקומען 10 פונט W, צו ציינען אז דער ראד אוז אקסעל איז ניט מעהר ווי איין לייווער גיבען מיר דא (פיג. 24). זי שטעלט פאר דעם שניט פון די 2 צילינדערען, פונקט F איז די אקס ארום וועלכע די בייעד צילינדערען דרעהען זיך. די פיגור צייגט קלאר אז מיר האבען דא צו טהאן מיט א לייווער



דער שניט פון דער מאשין

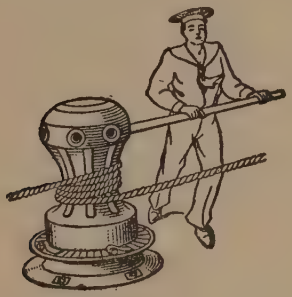
BA ; וועמעס אנשפאראנגי פונקט איז **F**, די אקס **P** אר־ בייט אויפ'ן לאנגען ארם **AF** פון דעם ראד ביז דער אקס, און דער געוויכט **W** ווירקט רעכטס אויף דעם קורצען ארם פון דעם אקסעל ביז דער אקס, און דער מעכאנישער נע־ווינס איז דער, וואס **P** מוז זיין אזוי פיעל מאל קלע־ גער פון **W**, מיט וויפיעל מאל זיין ארעם **AF** איז גרע־ סער פון דעם געוויכט ארעם **BF** אדער מיט פיעל מאל דער ראד איז גרעסער ארום און ארום ווי דער אקסעל ארום און ארום. עס פערשטעהט זיך אז וואס גרעסער דער ראד און וואס דינער דער אקסעל, אלץ א גרעסערער וועט זיין דער מעכאנישער געווינס. געווענליך גאר דין קען מען דעם אקסעל ניט מאכען, ער וועט ניט קענען אויסהאלטען דעם שווערען געוויכט וואס הענגט אויף זיין שטריק. פון דער פיגור 24 זעהט מען קלאר, אז וועז די קראפט **P** שלעפט די ראד־שטריק ארונטער און ווירקט אויף א געוויסען פונקט פון דעם צילינדער, ארבייט די קראפט אין דעם פונקט אויף דעם לאנגען ארם פון א ליוער פון דער ערשטער קלאסע. דער צי־ לינדער הויבט זיך אן צו דרעהען, און צו יעדען מאמענט איז דא א נייער פונקט אויף וועלכען די קראפט ארבייט, א נייער ליוער אבער אלץ פון דערזעלבער גרויס און דיזעלבע ארמס, גראדע אזוי ווי עס ארבייט דער ראד פון א וואסער מיל.

אין דעם ראד פון א וואסער מיל זעהט מען דייטליך די ליוערס, וויל ער בעשטעהט פון פיעל ליוערס וועלכע זיינען איינגעפיקסט

אין איין מיטעלפונקט פון דעם ראָד. די וואסער פאלט מיט איהר קראפט אויף אייגעם פון די ליוועדס, דער ראָד דרעהט זיך, און ווען דער ערשטער ליוועד איז ארונטערגעשלעפט אונטער'ן וואסער קומט א נייער ליוועד אויף וועלכען די וואסער־קראפט ארבייט ווי פריער, געהט דער אונטער אין וואסער, קומט נאָך איינער און אזוי ווייטער.

אייגענטליך קען מען אנשטאט דעם גרויסען צילינדער מיט זיין שטריק ברויכען א העגטעל צוגעפיקסט צום אקסעל, און דאן צייגט זיך ארויס דער כאראקטער פון דעם ליוועד דייטליכער. וואס לענגער די העגטעל, וואס לענגער דער ארם פון דער האנד־קראפט אלץ לייכטער וועט זיין צו דרעהען דעם אקסעל און הויבען די מאסע וואס העגגט אויף זיין שטריקעל. און אין דער פראקטיקע ווערט טאקע נעברויכט אזא העגטעל. (פיג. 25). צייגט אזא טיין ראָד און אק־

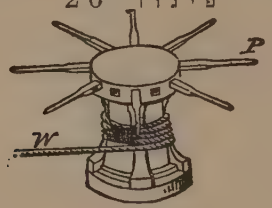
פיגור 25



סעל, וואס די מאטראזען ברויכען. די דיקע קלאץ איז די אקסעל מיט'ן קאנאט, וואס דרעהט זיך אויף איהר אקס. אין שפיץ פון דער אקסעל זעהען זיך לעכער וואו דער מאטראז שטעלט אריין א לאנגע העגטעל און ארבייט מיט דעם לאנגען ארעם פון דעם ליוועד. אויב די מאטראזען דארפען ארויפגעלעפען דעם שווערען אקער, ווערען אזוינע העגטלעך אריינגעשטעלט אין אלע לעכער, אדער

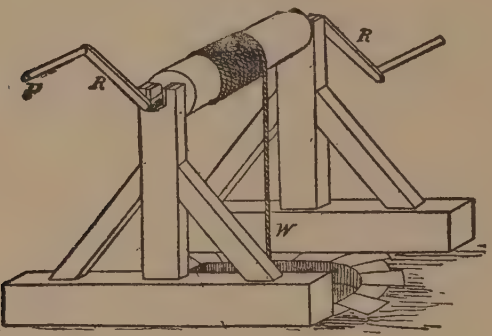
אזוינע הענטלעך זיינען אייננעפיקסט ווי אין (פיג. 26) און פיעלע

פיגור 26



מאטראזען קענען ארבייטען צוזאמען, יעדער אויף א בעזונדערען לייוער. אזעלכע אקסלען מיט א הענטל אנשטאט דעם גרויסען צילינדער בענגענט איהר אויף יעדען שריט און טריט (פיג. 27).

פיגור 27

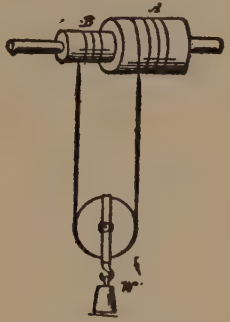


דער מעכאנישער נעווינם הענגט אב נאר פון דער לייננ פון דער הענטל R, וואס לענגער די הענטל R אלץ נרעסער וועט זיין דער מעכאנישער נעווינם, די זייטיגע הענטל איז צוגעזעצט נאר פון בעקוועמלעכקייט וועגען, עס איז לייכטער צו דרעהען די הענטל R מיט דער הילף פון דער צוגעזעצטער זייטיגער הענטל, און צווייטענס וויל די דאזיגע זייטיגע הענטל איז איינגעפיקסט צום עק פון דעם לייוער R מאכט ניט אוים וואו איהר וועט ניט צולענגן אייער האנט אדער אפילו ביידע הענט צו דער זייטי־

גער הענטעל, וועט איהר אלץ האבען דעם פולען מעכאנישען ווערטה פון דער נאנצער לייגג פון דעם ליווער R . וועהרענד אהן דער זייטיגער הענטעל וואלט שוי, יא אויסגעמאכט ,וואו איהר לענט צו אייער האנד אדער הענד צו R , וואס ווייטער די האנד אדער הענד וואלטען צוגעלענט ווערען פון דעם עק פון דער ליווער R, וואלט איהר מעהר פערקירצען דעם קראפט ארם פון דעם ליווער און איהר וואלט האבען א מעכאנישען פערלוסט.

צו הויבען נאר שווערע זאכען ברויכט מען א קאמבינאציע פון אן אקסעל מיט א בעוועגליכע פולי, (פיג. 28) דער נאנצער שכל

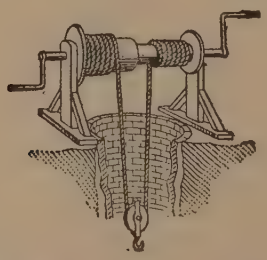
פיגור 28



ליגט דא אין דעם נייעם מין אקסעל. ווי איהר זעהט איז דער אקסעל א דאפעלטער. אויסערליך זעהט דאס אוים ווי א ראד מיט אן אקסעל. אבער אין דער ווירקליכקייט איז דאס איין אקסעל, וואס אין דער מאשין פון אן אמת'ן ראד מיט אן אקסעל, ווירקט די אקטיווע קראפט אויפ'ן ראד און דער גאוויכט אויפ'ן אקסעל, דא אין דעם דאפעלטען אקסעל ווירקט אויף בוידע טיילען, אי אויף דעם גרעבערען אי אויף דעם דעם דינערן בלויז די גאוויכט W. אויסער דעם איז אין דעם פאל פון א ראד מיט אן אקסעל געברויכט צוויי בעזונדערע שטריק, איינע פאר דעם ראד און די צווייטע פאר דעם אקסעל. דא איז נאר איין שטריק און זי איז איינגעארדענט אויף אזא אופן. די שטריק נעהמט

א פריהער ארום דעם גרעבערען טייל A פון דעם אקסעל, דאן כאפט זי ארום די בעוועגליכע פולי, און נאָך דעם דרעהט זי זיך אן ארום דעם דינערען טייל פון B פון דעם אקסעל; דער געוויכט W הענגט אויף דעם בלאק פון דער בעוועגליכער פולי, די קראפט ווערט צוגעלעגט ווי געוועהנליך צו א הענטעל אנשטאט א ראָד און ווען דער דאָפעלטער אקסעל דרעהט זיך, הויבט זיך דער געוויכט מיט דער פולי ארויפצו, און צו דער צייט דרעהט זיך די שמריק אן אויף דעם טייל B, און דרעהט זיך אָב פון דעם טייל A. דער מעכאנישער געווינם פון אזא מין אקסעל קען זיין געוואלדיג גרויס. אטוועגדענדיג דעם געוויכט פון ארבייט אין דעם פאל, קענט איהר גלייך איינזעהען די גרויס פון דעם געווינם פון דעם, ווי קליין עס איז די שטרעקע אויף וועלכע דער געוויכט W הויבט זיך. וועו דער דאָפעלטער אקסעל האט זיך איינמאל איבערגעדרעהט ארום און ארום, האט זיך דאָך די שטריק איינמאל ארומגעדרעהט אויף דעם גרעבערען טייל A, און איינמאל ארונטערגעלאזען זיך פון דעם דינערען טייל B. הייסט דאָס דער געוויכט וועט זיך אויפהויבען נאָר אויף אזוי פיעל וויפיעל די שטריק ארום A איז מעהר ווי ארום B. אדער ווי ווייט דעם ארום פון דעם גרעבערען טייל איז מעהר פון דעם ארום פון דעם דינערען טייל, און וואס קלענער עס וועט זיין דער אונטערשיעד צווישען דעם גראבען און דעם דינעם טייל, אלץ לאנגזאמער וועט זיך דער געוויכט הויבען. (פיג. 29) שטעלט

פיגור 29



פאר די מאשין אין ארבייט, דעם דאָפעלטען אקסעל, די פולי און די הענטעל. לאמיר פרובירען אויסצוגעפינען דעם מעכאנישען נעווינם פון דער מאשין.

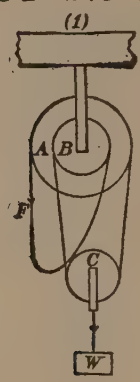
לאמיר זאגען די הענטעל איז 2 פוס לאנג, א פוס האט 12 אינטשעס, הייסט דאס די הענטעל איז 24 אינטשעס לאנג; דער גרעסערער טייל פון דעם אקסעל זאל זיין אין שניט 6 אינטשעס און דער דינערער 5 אינטשעס. הייסט דאס אז די קראפט וואס ארבייט אויף דער הענטעל וועט מאכען א ראד 24 מאל גרעסער ווי דער אונטערשייד פון די צוויי טיילען וואס איז ניט מעהר ווי איין אינטש. פון דערפון וויסען מיר אז די קראפט בעוועגט זיך 24 מאל שנעלער פון דעם געווייכט און דערפאר מוז זי זיין 24 מאל קלענער פון דעם געווייכט. אויסער דעם מאכט דאס די בעוועגליכע פולי א געווינס פון צוויי, גלייך ווי מיר וואלטען דערפען הויבען נאר א העלפט פון דעם געוויכט, הייסט דאס, אז די מאשין ווי זי איז וועט אונז געבען א מעכאנישען געווינס פון 2 מאל 24 (2 פון דער פולי און 24 פון דעם דאפעלטען אקסעל מיט דער הענטעל) אדער 48, דאס הייסט א מענש דרעהענדיג די הענטעל מיט א קראפט פון 100 פונט וועט קענען הויבען א מאסע פון 4800 פונט, נאנצע 2 טאן.

דעמזעלבען קונץ מאכט מען אמאל מיט די פולים. פיג. 30

פיגור 30

צייגט אוא קאמבינאציע פון פולים אין ארבייט. און פיג. 31 צייגט ווי די פולים און די שטריק זיינען איינגעארדענט. איהר זעהט פון אויבען א דאפעלטע איינגעפיקסטע פולי. די פולי ▲ האט אין זיך

פיגור 31

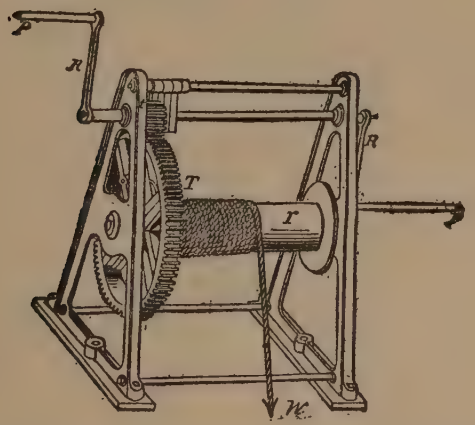


א גרעסערען קרייז ארום ווי די אנדערע פולי „B", וועלכע איז ארײנגעשטעלט אין דעמזעלבען בלאק מיט „A", און די ביידע פולים A און B ארבייטען ווי איין פולי. אויסערדעם וואס B איז ארום און ארום עטוואס קלענער פון A, די שטריק כאפט ארום א פריהער די פולי A, דאן די בעוועגליכע פולי C און צוריק אויף דער קלענערער אינגעפיקסטער פולי B. אין דעם פאל הויבט זיך אויף דער געוויכט נאר אויף דעם אונטערשייד וואס איז צווישען די קרייזען פון דער גרויסער פולי A און דער קלענערער B, און די בעוועגליכע פולי מיט נאך אז די שטרעקע וואס די געוויכט הויבט זיך אויף זאל זיין א העלפט פון דעם אונטערשייד. וועז די ארבייטענדע קראפט F האט ארונטערגעשלעפט איין זייט פון דער ענדלאזער קייט אדער שטריק און האט געמאכט די אנדערע זייט פון דער שטריק צוזאמען מיט'ן געוויכט ארויפצוציהען זיך, קומט ארויס אז אין דער צייט וועז די קראפט האט ארונטערגעשלעפט א שטיק שטריק וואס איז גלייך צו דעם קרייז פון דער גרויסער פולי A, האט זיך צו דערזעלבער צייט ארויפגעשלעפט א שטיק שטריק, אדער קייט וואס איז גלייך צו דעם קרייז פון דער קלענערער פולי B. און פון דער אנדער זייט האט זיך דער געוויכט אויפגעהויבען אויף א העלפט, פון דעם אונטערשייד פון די קרייזען פון די פולים A און Bדער געוויכט האט זיך

אויפגעהויבען א העלפט פון דעם קרייז פון דער פולי **A** און האָט זיך ארונטערגעלאָזען אויף א העלפט פון דעם קרייז פון דער קלענערער פולי **B**. דער מעכאַנישער נעווינס קען געמאַכט ווערען אונגעהויער גרויס. די קראפט האָט זיך בעווענט אויף א שטרעקע פון דעם גאנצען קרייז פון פולי **A**, און דער געוויכט האָט זיך בעווענט אויף העלפט פון דער אונטערשייד פון די צוויי פולים **B** און **A**. אויב דער קרייז פון **A** לאָמיר אָננעהמען צו זיין 36 אינטשעס, און דער אונטערשייד פון די קרייזען פון די פולים **B** און **A** זאָל זיין 1 אינטש, וועט דער נעווינס אויסקומען 36 מאָל 2 אדער 72. איין פונקט קראפט קען הויבען 72 פונט נעוויכט.

צווישען דער ענטעל און דעם אקסעל ווערען אפטמאָל נעברויכט נעקארבטע רעדלעך, וואָס קענען פערגרעסערען פיעל דעם מעכאַנישען נעווינס פון דעם ראָד און אקסעל. פיג. 32 שטעלט פאר אזא מאשין.

פיגור 32



די ענטעל **R** בעווענט ניט גלייך דעם אקסעל; נאָר זי בעווענט א קליינעם נעקארבטען רעדעל, וואָס זעצט אין בעווענונג א גרויסען נעקארבטען ראָד. דער גרויסער נעקארבטער ראָד איז אויך

געפיקסט אויף דערזעלבער אקס, אויף וועלכער דער אקסעל דרעהט זיך. די ציינער אָדער די קארבונגען פון די רעדלעך זיינען פון פונקטלירך דער זעלבער גרויס. דאָס גיט אונז א גרינגען וועג אויסצוגעפינען אוֹן צו פערגלייכען די גרויס פון די רעדלעך זעלבסט. אויב דער גרעסערער רעדעל האָט 100 ציינער, אוֹן דער קלענערער 10, וווייסען מיר אז ער איז 10 מאל גרעסער ארום אוֹן ארום ווי דער קלענערער.

יעצט לאָמיר בעטראכטען דעם מעכאַנישען געווינס פון די גע־קארבטע רעדלעך, אוֹן לאָמיר למשל אַננעהמען אז דער קלייַנער רע־דעל האָט 10 ציינער אוֹן דער גרויסער 100 אזעלכע ציינער. וועֿן די הענטעל **R** איז געווען פערבונדען דירעקט מיט דער אקס, אויף וועלכער דער אקסעל האָט זיך פריי געקענט דרעהען, דאן איז יעדעם מאל וועֿן די הענטעל האָט געמאכט א פולען קרייז, האָט זיך אויך דער אקסעל איין מאל ארומגעדרעהט. יעצט אָבער וועֿן די הענטעל איז פערבונדען מיט דעם קלייַנעם געקארבטען רעדעל, געהט נאָר דער קלייַנער רעדעל ארום אוֹן ארום מיט יעדען פולען דרעה פון דער הענטעל. אזוי ווי דער קלייַנער רעדעל האָט ניט מעהר ווי 10 ציינער וועהרענד דער גרויסער רעדעל האָט גאנצע 100 ציינער, וועט זיך דער קלייַנער רעדעל מוזען צעהן מאל ארומדרעהען ארום אוֹן ארום ביז דער גרויסער רעדעל מיט די 100 ציינער וועט מאכען איין קרייז, דאָס הייסט די הענטעל וועט מוזען מאכען צעהן קריי־זען ארום אוֹן ארום פאר יעדען קרייז פון׳ם אקסעל. דער אקסעל מיט די צוויי רעדלעך וועט זיך צעהן מאל לאנגזאמער בעווענגען ווי פריהער אָהן זיי. פערלירענדיג 10 מאל אין געשווינדקייט מוזען מיר נאָכ׳ן געזעץ פון ארבייט, געווינען 10 מאל אין קראפט, איין צעהנטייל פון די פריהערדיגע קראפט וועט קענען בייקומען רעמ־זעלבען געווינט, וואָס זי האָט בייגעקומען אהן די רעדלעך. אזעל־כע געקארבטע רעדלעך וועֿרען פיעל געברויכט אין די מעכאַניזמען פון זייגערם אוֹן זייגערלעך. נאָר דאָרטען וועֿרען זיי פראקטיש גע־ברויכט ניט צולייעב דעם מעכאַנישען געווינס. די רעדלעך גיבען אין די זייגער־מעכאַניזמען אונז די מעגלייכקייט צו מאכען די פערשיע־דענע אקסען צו בעווענגען זיך מיט א געווישער פינקטלירך אויסגערע־כענטער שנעלקייט.

מיר האָבען געזעהען ווי די אָלע מאשינען, ראד און אקסעל, דער דאָפּעלטער אקסעל, די געקארבטע רעדלעך שטאמען אָלע פון דעם איינפאכען לִיווער. די איבריגע מאשינען, דער קלין, די שארפע שנייד־נעציינג, דער הובעל ווי אויך די שרויפען פון פערשיעדענע פאָרמען שטאמען אָלע פון דער איינפאכער מאשינע, די איינגעבויגענע ברעט, אָדער פלאכע.

צעהנטער קאפיטעל

די איינגעבוינענע פלאכע.

וואס איז אן איינגעבוינענע פלאכע? וועז דער טיש שטעהט פעסט אויף אלע זיינע פיסלעך, רופען מיר אן די פלאכע פון דעם אויבערשטען טייל פון טיש א גלייכע פלאכע. וועז מיר הויבען אויף איין עק פון טיש, וועלט דער אויבערשטער טייל פון טיש אן איינגעבוינענע פלאכע.

א גלאטער בלעט וואס לינט אויף דער ערד איז א גלייכע פלאכע, וועז מען הויבט אויף איין עק פון דעמזעלבען בלעט, מען לאזט איין עק רוהען אויף דער ערד, אזן מען שפארט אן דעם אנדערען עק אויף וועלכע עס איז פלאטפארמע אביסעל העכער פון דער ערד, אזן מען בענוצט זיך מיט דעם בלעט אום לייכטער צו קיקלען שווערע פעסלעך ארויף צו אויף דער פלאטפארמע, וועלט דער בלעט אן איינגעבוינענע פלאכע, אזן אין דעם פאל וועז מיר בענוצען זיך מיט איהם צו לייכטער מאכען אונזער ארבייט, וועלט די איינגעבוינענע פלאכע פון דעם בלעט אן איינפאכע מאשין.

איידער מיר וועלען זיך נעהמען צו בעטראכטען דעם מעכאניזשען וועלטה פון אט דער איינפאכער מאשין, דער איינגעבוינענער פלאכע, דארפען מיר דייטליכער פערשטעהען דעם מיין פון דעם וואלט „איינגעבוינען". דער בלעט בלייבט דאז דער זעלבער גלאטער בלעט, אין איהם אליין איז דאך קיין זאך ניט נעקרימט נעוואלען, הייסט דאך אז דער בלעט האט נעביטען זיין לאנג אין פערגליך מיט אנאנדער זאך, פריהער איז ער נעווען אין גלייכער לאנג מיט דער זאך, אזן יעצט איז ער איינגעבוינען אין פערגליך מיט דער זאך, וואס איז נעבליבען אלץ אין דער זעלבער גלייכער לאנג. פרענט זיך דאך וואס איז דאס פאר אנאנדער זאך וואס אין פערגליך מיט איהר איז דער בלעט נעוואלען איינגעבוינען? אום דאס צו פערשטעהען מוזען מיר זיך א וויילע אבשטעלען אויף צוויי בעגריפען.

וואם האבען צו טהאן מיט געווישע בעשטימטע ריכטונגען, זיי היי־סען די ווערטיקאלע אדער פערפענדיקולארע ריכטונג און די האריזאנטאלע ריכטונג. די צוויי בעגריפען זיינען געוואהנליכע ווערטער אין אלע ציוויליזירטע שפראכען. וועז איהר הענגט אויף א געוויכט אויף א פאדים, נעהמט די פאדים אן א בעשטימטע ריכטונג, דאם איז די ריכטונג אין וועלכער דער געוויכט וואלט פאלען צו דער ערד, וועז די פאדים וואלט איהם ניט אויפגעהאלטען פון פא־לען. די ריכטונג פון דער אנגעצויגענער פאדים וועז א געוויכט הענגט אויף־איהר, הייסט די ווערטיקאלע ריכטונג. אין מעכאניישען זין הייסט דאם די ריכטונג פון אלע זאכען וואם פאלען פריי צו דער ערד. אזוי ווי אלע זאכען ווערען צוגעצויגען צו איין און דעמזעל־בען פונקט פון דער ערד, צו איהר מיטעלפונקט אדער צענטער, הייסט דאם אז די ריכטונג איז איינע פון די העכסט בעשטימטע ריכטונגען דא אויף דער ערד. א וואנט וואם האט דיזעלבע ריכ־טונג ווי אט דער פאדים מיט'ן געוויכט, הייסט א ווערטיקאלע אדער א פערפענדיקולארע וואנט.

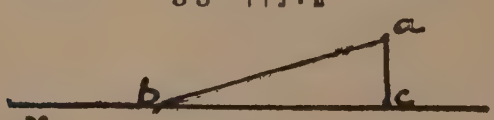
אין דער פראקטיקע געפינט מען טאקע אויס צי די וואנט האט די פינקטלעכע ווערטיקאלע ריכטונג, דורך דעם וואם מען ביתדט צו פון אויבען א לאנגען פאדים מיט א געוויכט, אויב די וואנט זיהט זיך ניט אזוי גלייך ווי דער פאדים, איז א געפאהר פאר דער גע־ביידע, וואהרים נאר א ווערטיקאלע וואנט וועט בלייבען פעסט שטע־הען, אביסל אבגעקרימט פון דער ווערטיקאלער ריכטונג פון דעם פאדים, שטעהט זי אין געפאהר אין גאנצען איינצופאלען.

די האריזאנטאלע ריכטונג איז די ריכטונג פון פלאכע שטרע־קען פון דער ערד זעלבסט, אדער נאך בעסער פון שטרעקען שטיל־ע ניט פליסענדע וואסער, אזוי ווי די פלאכע פון א שטרעקע שטיל־ע וואסער אין ים. אמת, מאטעמאטיש איז דאם ניט ריכטיג, ווייל די ערד איז דאך א רונדע, און יעדער טייל, צי פון דער ערד, צי פון ים, איז א רונדע און ניט קיין פלאכע זאך, אבער אין פראקטיקע, קען מען קלייגע שטרעקען פון דער ערד זיכער רעכענען פאר פלאכען.

יעצט קומען מיר צו דער פראגע וואם איז אן איינגעבויגענע פלאכע? דאם איז א פלאכע וואם איז ניט א האריזאנטאלע און ניט

א ווערטיקאלע, נאר א פלאכע וואס שטעהט צווישען זיי ביידען, און טראגט אויף זיך אין דער זעלבער צייט דעם כאראקטער פון זיי ביידען, זי איז אביסעל א האריזאנטאלע און א ביסעל א ווערטיקאלע פלאכע, און זי איז איינגעבויגען צו ביידע פון דיזע ריכטונגען. דער ברעט וואס איז געלעגען אויף דער ערד, אדער דער טיש וואס שטעהט אויף אלע זייגע פיס, איז א האריזאנטאלע פלאכע. וועז מיר האבען איין עק פון דער ברעט אויפגעהויבען און אנגעשפאנט אויף א הערער פלאטפארמע און געלאזען דעם אנדער עק אויף דער ערד אדער וועז מיר האבען אויפגעהויבען איין זייט פון טיש, ווערען זיי פלאכען וואס זיינען אייגעבויגען צו דער פריהערדיגער האריזאנטאלער ריכטונג, מיר האבען זיי אביסעל אויפגעהויבען אין דער ווערטיקאלער ריכטונג. אבער נאר א ביסעל, אין גאנצען האבען מיר זיי ניט דערהויבען ביז דער ווערטיקאלער ריכטונג.

אז א שווערע מאסע ליגט אויף א האריזאנטאלער פלאכע, דריקט זי מיט איהר גאנצען געווויכט אויף דער פלאכע, דיזעלבע מאסע אויף א גלייכער ווערטיקאלער וואנט האט קיין שום דרוק ניט, ווייל די מאסע פאלט גלייך און פריי ארונטער צו דער פלאכער ערד, אויף אן איינגעבויגענער פלאכע וועט די מאסע האבען טיילווייז די נייגונג אראבצופאלען אדער אראבצוקייקלען זיך צו דער פלאכער ערד, ווי אויף דער ווערטיקאלער פלאכע און טיילווייז וועט זי דריקען, אמת ניט מיט דער קראפט פון איהר גאנצען געווויכט, אבער דאך דריקען וועט זי ווי אין דעם פאל פון א האריזאנטאלער פלאכע. וואס וועניגער די פלאכע איז איינגעבויגען, איז זי אלץ נעהענטער צו דער ריכטונג פון דער האריזאנטאלער פלאכע, און וואס מעהר זי איז איינגעבויגען דערנעהענטערט זי זיך צו דער ווערטיקאלער ריכטונג. אין פיג. 33 שטעלט די ליניע XY די האריזאנטאלע ריכטונג,

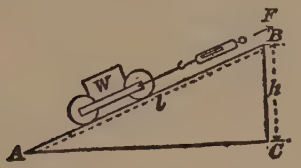


פיג. 33

די קורצע ליניע ac די וועדטיקאלע ריכטונג אוּן די ליניע ab די איינגעבוינענע ריכטונג, וואָס גרעסער די ליניע ac *) אלץ מעהר איינגעבוינען איז די ליניע ab. אוּן אלץ נעהענטער וועדט זי צו דער וועדטיקאלער ריכטונג.

יעצט קענען מיר צוטרעטען צו בעטראכטען די איינגעבוינענע פלאכע אלס א מאשין אוּן איהר מעכאנישען וועדמה אין ארבייט.

פיגור 34

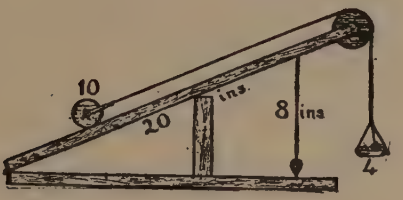


(פיג. 34). די אקטיוועע קראפט F שלעפט דעם גענוּמענעם W איבער דער איינגעבוינענער פלאכע פון פונקט A ביז איהר שפיץ פונקט B. וואָס פאר אַן ארבייט האָט די קראפט אויפגעטהאָן? וועהן די קראפט שלעפט דעמזעלבען גענוּמענעם אויף דער ערד, אויף א האריזאנטאלער פלאכע, דאדף זי נאָר בייקומען די רייבונג צווישען דעם גענוּמענעם אוּן דער ערד, אזוי ווי די קראפט הויבט דאָך ניט דעם גענוּמענעם אין דער הויך, ארבייט זי ניט גענוג דער צוריהונג קראפט צווישען דעם גענוּמענעם אוּן דער ערד, אוּן אויב ניט די רייבונג וואלט זיך דער גענוּמענעם בעוואוינען אָהן אַן אויפהער דער האריזאנטאלער פלאכע פון דעם מינדעסטען שטויס; דא אבער ארויסלאזענדיג פון רעכענונג די ארבייט פון דער קראפט צו בייקומען די רייבונג צווישען דעם גענוּמענעם אוּן דער איינגעבוינענער פלאכע, בעשטעהט די ארבייט אין הויבען דעם גענוּמענעם, זי ארבייט גענוג דער צוציהונגקראפט וואָס שלעפט דעם גענוּמענעם ארונטער צו

*) אויפ'ן מאטעמאטישען לשון זאגט מען וואָס גרעסער דער ווינקעל צווישען דער האריזאנטאלער אוּן דער איינגעבוינגענער פלאכע, וואָס גרעסער דער ווינקעל, אלץ גרעסער איז די ליניע ac

דער ערד צו. וועו זי האָט ארויפגעשלעפט דעם געוויכט אויפ'ן שפּיץ צו פון דער איינגעבויגענער פלאכע, האָט זי אבגעטהאן איהר ארבייט, זי האָט אויפגעהויבען דעם געוויכט, אבער אויף וואס פאר א שטרעקע האָט זי איהם אויפגעהויבען? די שטרעקע אדער די הויך מוז מען מעסטען אין דער וועדטיקאלער ריכטונג, וואָרים די צוזי־ הונג קראפט ארבייט דאָך נאָר אין וועדטיקאלער ריכטונג. אלזא ווי איהר זעהט פון דער פיגור, וועו דער געוויכט שטעהט אויף'ן פונקט B, האָט ער זיך אויפגעהויבען אויף דער שטרעקע BO אדער h, דאָס הייסט אויף אזוי פיעל ווייפיעל דער איינגעבויגע־ נער ברעט איז אויפגעהויבען געוואָרעו אין דער וועדטיקאלער ריכ־ טונג. יעצט קענען מיר לייכט אנווענדען דעם אלגעמיינעם געזעץ פון ארבייט אום אויסצורעכענען פּינקטליך דעם מעכאניישען געווינם פון דער איינגעבויגענער ברעט. די קראפט האָט געמאכט די נאָנ־ צע שטרעקע פון דער איינגעבויגענער פלאכע AF, און דער געוויכט W האָט זיך נאָר אויפגעהויבען אויף דער שטרעקע h אזוי ווי די שטרעקע פון דער קראפט איז גרעסער פון דער שטרע־ קע פון דעם געוויכט, וועט די קראפט זיין אזוי פיעל מאל קלענער פון דעם געוויכט, מיט וויפיעל מאל די איינגעבויגענע שטרעקע איז גרעסער פון דער וועדטיקאלער שטרעקע. וואָס לענגער די ברעט און וואָס וועניגער איהר איינגעבויגענקייט, אלם גרעסער וועט זיין דער מעכאניישער געווינם פון דער מאשין. וועו די לענג פון דער ברעט איז 20 פוס און זי איז אויפגעהויבען נאָר איין פוס הויך וועט דער מעכאניישער געווינם זיין 20, איין פונט קראפט וועט קענען הויבען 20 פונט געווינט. געווענליך איז אין דעם פאל די רייבונג נאָנץ בעדייטענד און דער ווירקליכער געווינם וועט זיין קלענער פון 20. און די פינור ציינט, ווי מיר קענען בעווייזען דעם געווינם. צו דעם געוויכט (די רעדלעך אונטען זיינען גענאכט אום צו פערקלע־ נערען ווי וויים מעגליך די רייבונג) איז צוגעבונדען א ספּראנזשינע וואָג, און די קראפט וואס איז נויטיג צו שלעפען דעם געוויכט וועדט אנגעצייגט אויף דער ספּראנזשינע וואָג, און אלע עקספּערימענטען בעווייזען ווי ריכטיג עם איז דער געזעץ פון ארבייט, וואָס גיט אונז די מעגליכקייט פּראָוים צו רעכענען דעם געווינם פון אלע מא־ שינען. (פיג. 35) ציינט ווי מען קען בעקוועמער מאכען די דאזיגע

פיגור 35



עקספערימענטען. דאָ זעהען מיר צוויי ברעטער וואָס זיינען בעי העפט אויף זאוויעסעם און די אויבערשטע ברעט בעוועגט זיך פריי. אונטערשפּאַרענדיג זיי מיט קלעצער פון פערשיעדענע גרויס, קען מען מאכען די אויבערשטע ברעט מעהר אינגעבויגען, אָדער וועניי גער וויי מען וויל. דער פּאָדים מיט דעם געוויכט מעסט די הויך פון דער איינגעבויגענער פלאכע. אנשטאט א ספּראנזשינע וואג ברויכט מען דאָ אין דער פיגור געוועהנליכע וואָגען, וואָס שלעפען די מאסע דורך די שטריקעל וואָס איז איבערגעוואָרפען איבער דער איינגעפיקסטער פולי און איז צוגעבונדען צום געוויכט. די ברעט אין דער פיג. איז 20 אינטשעס, דער וועדטיקאלער פּאָדים איז 8 אינטש. צוויי און א האלב מאל קלענער פון דער ברעט. דאָן אום אַרויפצוי שלעפען דעם געוויכט פון 10 פונט איז נענוג אַרויפצולעגען אויפ'ן שאל 4 פונט, אויך 2 און א האלב מאל וועניגער פון דעם געוויכט. און מאכענדיג עקספּערימענטען מיט פערשיעדענע געוויכטען און פערשיעדענע הויכקייטען פון דער איינגעבויגענער ברעט, געפינען מיר אימער די ריכטיגקייט פון דעם געזעץ פון ארבייט. מיט דער זעלבער לענג פון דער ברעט וועט אויסקומען אז וואָס קלענער די הויך, אלץ גרעסער דער געווינס; זאל אין דער פיגור די לענג פון דעם וועדטיקאלען פּאָדים זיין אנשטאט 8 פיער אינטשעס, וועט מען דאַרפען בלויז 2 פונט צו הויבען די 10 פונט, אויב 2 אינטשעס, וועט די קראפט וואָס קען שלעפען די 10 פונט זיין בלויז איין פונט א. ז. וו.

דאָס איז אלץ געזאגט געוואָרען וועגן די קראפט ארבייט פונקט אין דער זעלבער ריכטונג ווי די איינגעבויגענע פלאכע. אין די פאלען וועגן די קראפט ארבייט אין אן אַנדער ריכטונג, למשל א קראפט

וואָס האָט א האָריזאָנטאַלע ריכטונג אָדער די ריכטונג פון דער אונ־טערשטער ברעט, שטופט דעם געוויכט ארויף צו, וועט דער מעכאַני־שער נעווינס זיין אַבהענגיג פון דער פערהעלטנים צווישען דער הויך און דער לענג פון דער אונטערשטער האָריזאָנטאַלער ברעט, ווייל אין דעם פאַל וועט דער געוויכט מאכען די שטרעקע פון דער הויך פון די 2 ברעטער, און די האָריזאָנטאַלע קראפט וועט מאכען די שטרעקע אזוי לאנג ווי די אונטערשטע ברעט. דאָן וועט די קראפט זיין אזוי פיל מאל קלענער פאר'ן געוויכט, מיט וויפיל מאל די אונטערשטע האָריזאָנטאַלע ברעט איז גרעסער פון דער וועַרטיקא־לער הויך.

אין דעם ערשטען פאל, וועַן די קראפט שלעפט דעם געוויכט אין דער ריכטונג פון דער איינגעבויגענער ברעט, וועט די קראפט אימער זיין קלענער פון דעם געוויכט, ווייל די איינגעבויגענע שטרעקע בלייבט אונטער אלע אומשטענדען אימער גרעסער ווי די הויך אָדער די וועַרטיקאַלע שטרעקע.

אין דעם צווייטען פאל, וועַן די קראפט ארבייט אין דער האָרי־זאָנטאַלער ריכטונג, איז מעגליך צו האָבען אמאל א מעכאַנישען גע־ווינס און אמאל א מעכאַנישען פערלוסט, ווייל די הויך אָדער די וועַרטיקאַלע ריכטונג איז ניט אימער קלענער פון דער באזע, אָדער פון דעם האָריזאָנטאַלען ברעט, (אין פיגור 35), און וועַן די הויך פון דער איינגעבויגענער ברעט איז גרעסער פון איהר האָריזאָנטאַלער שטרעקע וועלען מיר האָבען א מעכאַנישען פערלוסט, די קראפט וועט מוזען זיין גרעסער פון דעם געוויכט, וואָס מיר ווילען בייקו־מען און אויפהויבען אין דער הויך.

וועַן מיר קלעטערען ארויף בארג, קלעטערען מיר אויף איין איינגעבויגענער פלאַכע. וואָס גרעסער עס איז די איינגעבויגענ־קייט פון דעם בארג אלץ שווערער איז צו קלעטערן איבער איהם. אום צו קלעטערן לייכטער אויף אזא בארג זעהען מיר צו מאכען לענגער די ליניע אָדער דעם וועג דורך דעם וואָס מיר געהען ניט אין א גלייכער ליניע ארויף צו, נאָר אין זיג־זאג ליניעס, אביסעל אן א זייט און צוריק, און ווייטער אביסעל אן א זייט. די טרעפען אין א הויז איז א נעוועהנליכער ביישפיעל פון אן אייגנעבויגענער

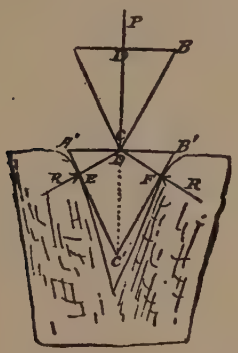
פלאכע, וואם מעהר טרעפען, אוז וואם וועניגער אייגנעבוינגען זיי זיינען, אלץ לייכטער איז פאר אונז צו שלעפען אונזער אייגענעם געווייכט ארויף צו, אין א לייטער וואו די ווערטיקאלע הויך איז ניט פיעל קלענער פון דעם לייטער זעלבסט, דאם הייסט פון דער איינגעבוינגענער פלאכע, איז דער מעכאנישער נעווינם קליין, אוז מיר פיהלען ניט שטארק די פערלייכטערונג פון אונזער קלעטערן. אין דעם נייעם דיפא אויף 42טע שטראסע איז די נאנצע פלאטפארמע ביים ארויסנאנג נעמאכט נעוואָרען אז איינגעבוינגענע פלאכע, אוז עס פערלייכטערט פיעל דעם קלעטערען ארויף אוז אראָב. צו אנלאדען אוז אויסלאדען שוועכט פעסער פון וואגאנען ווערען אויף יערען שריט אוז טריט נעברויכט אזלכע איינגעבוינגענע פלאטפארמען אדער ברעטער. עס ווערט אפטער נעברויכט אין דעם פאל פון שוועכט פעסער, ווייל די רייבונג צווישען די קיילעכדיגע פעסער אוז די איינגעבוינגענע פלאכען איז קליין, אין דעם פאל פון אנדערע שוועכט פעק ברויכט מען בעסער אנדערע איינפאכע מאשינען וואו די רייבונג איז אונבעדייטענד אוז שטערט וועניגער זייער מעכאנישען נעווינם, ווי די איינגעבוינגענע פלאכען. אויך וען מען וויל אויפהויבען א זאך אויף וועלכע עס איז בעדייטענדע הויך, קען מען וועניג בענוצען די איינגעבוינגענע פלאכע. מיר האבען נעזעהען אז אום צו האבען א גרויסען מעכאנישען נעווינם דורך דיזע איינפאכע מאשין, מוז איהר הויך זיין וואם קלענער אין פערגלייך מיט דער איינגעבוינגענע פלאכע, פיעל מעהר נוטצען דאן די אנדערע איינפאכע מאשינען ווי דער קלין אוז דער שרייף וואם שטאמען פון דער איינגעבוינגענער פלאכע.

עלפטער קאפיטעל

דער קלין און דער שרויף.

עס זיינען נעגוג בעווייזע פון היסטאָרישען כאראקטער צו מאכען אונז גלויבען אז אין די עלטערע ציוויליזאציאָנען האָט דער קלין געשפּילט א גרעסערע ראָלע ווי היינט. צווישען די רואינען פון די נאָר גרויסע טעמפּלען פון די אלטע ציוויליזירטע פעלקער אין אזיען און אפריקא, האָט מען דאָ און דאָרט געפונען גרויסע קלינעם פון בראנזע. מאנכע דיינקען אז די וואונדערליך גרויסע שטיינער פון וועלכע די פּיראמידען אין מצרים זיינען געבויט, זיינען אויפגעהויבען געוואָרען און אוועקגעשטעלט געוואָרען מיט דער הילף פון דעם קלין, היינט אין דער גיגאנטישער ענטוויקלונג פון מאשינעריי שפּילט ער אפילו א קנאפּע ראָלע אין די גרויסע אינדוסטריעז. אבער דאָך צווישען די איינפאכע הויז־בעצייג פערנעהמט ער נאָך אלץ א געהויבענעם פּלאץ. יעדער ביי זיך אין הויז וויים נאנץ גוט דעם ווערטה פון א קלין, וועו ער וויל אונטערשפּאָרען א שווערע שטיק מעבעל, אויסגלייכען א שווערען אלמער מיט ביכער, בעפעסטיגען טירען און פענסטער. אויסער דעם איז יעדער מעסער, האק, ניט מעהר ווי א נעוויסע פּאָרמע פון א קלין, אם מיסטען איז דער קלין בעקאנט אלס דער אינסטרומענט צו שפּאלטען גאנץ גרויסע קלעצער האָלץ. מען ברויכט נאָר צו מאכען א קלינעם שפּאלט אין דעם האָלץ און דאָן וועט שוין דער קלין טהאָן טיכטיג זיין ארבייט, און איינאנצען צושפּאלטען די גרעבסטע שטיקער האָלץ. דערפאר וועלען מיר טאקע אנפאננען נענויער צו בעטראכטען דיעזע איינפאכע מאשין און איהר שייכות מיט דער איינגעבויגענער פלאכע (פיג. 36)

פיגור 36



דער שרויף מיט'ן קאלנער

שטעלט פאר דעם קלין ABC אין אנפאנג פון זיין ארבייט אוו דעמזעלביגען קלין A'B'C' א ווייל שפעטער, ווען ער איז אויף א געוויסע שטרעקע אריינגעטריבען געוואָרען אין דעם האלץ. ביים ערשטען בליק אויף דעם קלין ABC קענט איהר גלייך דערקענען, אז דאס איז א דאפעלטע איינגעבויגענע פלאכע, צוזאמענגעשטעלט פון צוויי אזעלכע איינגעבויגענע פלאכען, וואס זיינען ווי צוזאמענגעשמאלצען אין מיטען אין דער ליניע DC נעהמט די העלפ פון דעם קלין, די פיגור ABD דאס איהר א פאלקאמענע איינגעבויגענע פלאכע, לענט דאס אוועק אויף דער זייט CD דאס איהר אלע בעקאנטע טיילען פון איהר, CD די באזע אדער די האריזאנטאלע ליניע AD די הויך אדער די וועדטיקאלע ריכטונג אוו AC די איינגעבויגענע פלאכע; דאס זעלבע איז מיט דער אנדער העלפט BCD, זי דאס די זעלבע באזע CD, בעהעפט זיי מיט זייערע באזען CD צוזאמען אין איין שטיק, פערשווינדעט די באזע CD אוו איהר בעקומט דעם קלין ABC וואס איז דער מעכאנישער וועדטה פון דעם קלין? אין די פריהערדיגע מאשינען האבען מיר געהאט צו טהאן מיט געוויכטען, דא האבען מיר צו טהאן מיט גאר אנאנדער מין קראפט. ביים שפאלטען די האלץ דארפען מיר בייקומען די קראפט וואס האלט צוזאמען די טיילען אוו טיילבעלעך

פון דעם האלץ, די קראפט וואס מאכט האלץ פאר א הארטע זאך. די קראפט עקזיסטירט אין אלע הארטע זאכען, אין איינע אין א גרעסערער מאס, און אין די אנדערע אין א קלענערער, אין אייזען איז זי פיעל גרעסער ווי אין פוטער, אבער אהן איהר וואלטען דאך קיין הארטע זאכען אויף דער וועלט ניט עקזיסטירט. ווי ארבייטען אין דעם פאל די אקטיוועע קראפט און די קראפט וואס מען וויל בייקומען? דער האמער אדער דער האק, מיט וועלכען מען טרייבט דעם קלין אין די האלץ אריין, די אקטיוועע קראפט P אין דער פיגור ארבייט אין דער ריכטונג פון דער ליניע CD, דיזעלבע ליניע וואס שטעלט פאר די צוזאמענגעשמאלצענע פלאכען אדער די אנדריזאנטאלע ריכטונגען פון דעם קלין.

וועו דער קלין איז אריינגעטריבען דורך די אקטיוועע קראפט אין דעם האלץ און מיר שטעלען זיך אב צו בעטראכטען איהם וועו ער איז אין דער לאגע פון $A'B'C'$, האט די אקטיוועע קראפט דורכגעמאכט די שטרעקע $C'D'$ וויי עס איז אנגעצייגט מיט דער גענטעלטער ליניע $C'D'$. וואס פאר א שטרעקע האט אין דער צייט דורכגעמאכט די צוזאמענבינדענדע קראפט פון דעם האלץ, וועלכע דער קלין האט בייגענקומען? די קראפט דריקט אויף בוידע זייטען פון דעם קלין און די שטרעקע וואס זי האט געמאכט וועדט גענאמטען דורך די ליניע ED' פון איין זייט און FD' פון דער אנדער זייט.

די דאזיגע צוויי ליניען זיינען וועדטיקאל צו די זייטען פון דעם קלין, נראדע ווי די ליניע פון א געוויכט איז אימער וועדטיקאל צו דער האריזאנטאלער פלאכע.

יעצט קענען מיר נאכן נעכט אויסרעכענען דעם מעכאנישען נעווינס פון א קלין, די אקטיוועע קראפט האט דורכגענאכט די שטרעקע פון $C'D'$, די קראפט וואס מיר וויללען בייקומען, דער דרוק פון דעם האלץ אויף די זייטען פון דעם קלין האט דורכגעמאכט די שטרעקען ED' פון איין זייט און ED' פון דער אנדער זייט, אזוי ווי די שטרעקע $C'D'$ איז גרעסער פון ED' מוז די אקטיוועע קראפט זיין אזוי פיעל מאל קלענער פון דעם דרוק פון דעם האלץ, ווייפיעל מאל איהר שטרעקע CD' איז גרעסער פון דער ליניע ED' וואס לענגער דער קלין, אלץ גרעסער וועט זיין די

שטרעקע פון דער אקטיווער קראפט, און וואס נעהענטער די זייטען זיינען איינע צו די אנדערע, אדער וואס שפיציגער דער קלין, אלץ גרעסער וועט זיין דער מעכאנישער געווינס פון דיעזער איינפאכער מאשין. וואס איז א נאדעל, א נאגעל און יעדע שפיציגע זאך? ניט מעהר ווי א רונדער קלין. א ראזיר מעסער, אלע אנדערע פארמען פון שנייד־אינסטרומענטען, א האק, א הובעל א. ז. ו. זיינען אויך ניט מעהר ווי מעטאלענע קלינעס און וואס נעהענטער די צוויי אייגענעבויגענע פלאכען פון דיעזע שנייד־אינסטרומענטען, דאס וואס מיר רופען אייגענטליך שארף, אלץ וועניגער קראפט דארפען מיר ברויכען ביים שניידען די זאכען. געווענליך וואס שפיציגער דער קלין, וואס שארפער די שנייד אינסטרומענטען, וועלען זיך זייערע שפיצען און זייערע שארפע ברענעס לייכט ברעכען. א ראזיר מעסער קען האבען דעם שארפסטען ברעג זאלאנג ער דארף שניידען אזא לייכטע זאך ווי האר, מען קען איהם אבער ניט ברויכען פאר האר־טערע זאכען.

פערנלייכענדיג דעם קלין מיט דער איינגעבויגענער פלאכע פון וועלכער ער שטאמט, קען מען אנדייטען אויך דעם אונטערשייד צווישען זיי אין צוויי פונקטען.

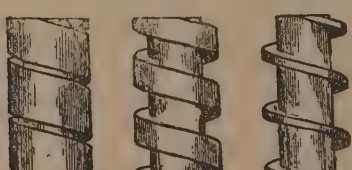
1) די איינגעבויגענע פלאכע אליין בעווענט זיך דאך ניט, אי־בער איהר בעווענען זיך די זאכען וואס מיר ווילען בייקומען, דער קלין ארבייט פערקעהרט, ער אליין, די איינגעבויגענע פלאכע זעלבסט הייסט דאס, בעווענט זיך, און די זאך וואס מיר ווילען בי־קומען בעווענט זיך ניט. (2) אין דער איינגעבויגענער פלאכע ווי אויך אין די אנדערע מאשינען איז די רייבונג אימער בעטראכט נעווארען אלס א שטער צו דער ארבייט, און מיר האבען נעווכט מיטלען ווי צו פערקלענערען די רייבונג; אין דעם קלין איז די רי־בונג אי א שטער, אי א הילף.

וועז מיר גיבען א קלאפ דעם קלין מיט'ן האממער אום אריי־צוטרייבען איהם אין די האלץ, מוז די קראפט בייקומען די רי־בונג צווישען דעם קלין און דאס האלץ, און דא איז די רייבונג א שטער צו דער ארבייט גלייך מיט די אנדערע מאשינען, וועז איהר הויבט אבער אן צו נעבען א צווייטען קלאפ, לאזט דיזעלבע רייבונג

דעם קלין ניט צוריקצוגעהען. די רייבונג העלפט דעם קלין אנצוהאלטען פעסט דעם שטיקעל פּראָגרעס וואס ער האט געמאכט און לאזט דאס ניט אב ביז דער צווייטער שטויס פון האמער וועט איהם אריינטרייבען א טריט ווייטער אין האלץ א. ז. ו. אויך האבען מיר אלץ נערערט וועגען קלינעס מיט אינגעבויגענע פלאכען פון ביידע זייטען, איז דאס דערפאר, וויל מיר האבען געהאט אין זינען די גערוואהנליכע נוטצען פון דעם קלין אין שפאלטען אדער שניידען, וועז די קראפט וואס מיר ווילען בייקומען רינגעלט איהם ארום פון פיעלע זייטען, אדער פון צווי זייטען. וואו מען ברויכט דעם קלין ניט צו שפאלטען און שניידען, האט ער ניט מעהר ווי אין אינגעבויגענע פלאכע. א קלין וואס שפארט אונטער א פענסטער, א שווערען אלמער א. ז. ו. האט טאקע מעהר ניט ווי אן אין זייט די אינגעבויגענע פלאכע און דא קען יעדער לייכט זעהען אז דאס איז דיזעלבע מאשין. עס בלייבט אונז נאר אנצוציייגען אויפ'ן צווייטען קינד פון דער אינגעבויגענער פלאכע, דעם שרויף. אויב מיט'ן קלין קענען מיר נאר אויסנלייכען, אונטערשפארען שווערע זאכען, קענען מיר מיט דער הילף פון דעם שרויף הויבען די שווערסטע זאכען.

עס איז לייכט צו איבערצייגען זיך, אז דער שרויף שטאמט פון דער אינגעבויגענער פלאכע. שניידט אויס פון פאפיער אן אינגעבויגענע פלאכע, די הויך זאל זיין א גאנץ קלינע, און וויקעלט דאס ארום א צילינדער, ארום א פענסעל, א פען־האלטער און איהר וועט גליך דערזעהען די פארמע פון דעם שרויף (פיג. 37) די ספיראלע ליניען וואס שלענגלען ארום שטאמען פון דער אינגעבויגענער ליניע.

פיגור 37



לינקס דער שרויף מיט די פערדים טיעף איינגעשניטען.
רעכטס און אין מיטען מיט בולטע פערדים פון פערשיידענע גרויס.

און די וויטקייט פון איין שלענגע ביז דעם אנדערן שטאמט פון דער וועדטיקאלער ריכטונג אדער דער הויך פון דער איינגעבויגענער פלאכע. די שלענגען אדער די ספיראלען רופט מען די פעדים פון דעם שרויף. עם פערשטעהט זיך אז אווענקשטעלען דעם געווייכט איף די שרויף־פעדים, ווי שטארק און בריים די פעדים זאלען ניט זיין, וואלט נעווען א ברכה־לבטלה. וואהרים דער געווייכט וואלט זיך ארבייגלימשט פון דעם שרויף פאדים און ארונטערגעפאלען אן א זייט.

די מיסטע שרויפען זיינען דערפאר בעזארגט מיט קאלנערם, אדער ווי זיי הייסען אין ענגליש נאטס. פיג. 38. דער קאל־

פיגור 38

דער שרויף מיט'ן קאלנער

נער איז אינווענינ דערזעלבער שרויף, ווי דער שרויף אויף וועמען ער איז אנגעטהאן, נאר אזוי אז דער קאלנער מיט דעם שרויף פאסען זיך איין אייגער אין דעם אנדערען. האט דער שרויף בולטע פעדים האט דער קאלנער אייגעשניטענע פערים און פערקעהרט. דעם געווייכט וואס מען וויל הויבען לעגט מען אוועק אדער אויפ'ן קאלנער אדער אויפ'ן צילינדער זעלבסט און מען קען דרעהען אדער דעם קאלנער ארום דעם צילינדער, דאן דארף מען זעהען אז דער צילינדער זעלבסט זאל זיך ניט בעוועגען ארויף און אראב, אדער פערקעהרט.

דעם שרויפ'ס מעכאנישען ווערטה איז לייכט אויסצו־
געפינען. צו איהר דרעהט דעם צילינדער אין דעם קאלנער אוו לאזט
דעם קאלנער זיך ניט דרעהען, צו איהר דרעהט דעם קאלנער ארום
דעם צילינדער, דארף אייער האנד אדער די אקטיוווע קראפט מאכען
א פולען קרייז פון דעם צילינדער אדער פון דעם קאלנער, אין דער
צייט וועו דער געווייכט אדער די קראפט וואס מיר ווילען בייקומען,
וועט דורכמאכען נאר די קלייניע שטרעקע וואס טיילט אב איין שרויף־
פאדים פון דעם אנדערען. דעם צילינדער פון דעם שרויף קען מען בע־
וועגען דורך א העגטעל, וואס איז דאס זעלבע ווי צו מאכען א קאמבי־
נאציע פון דעם לייווער אוו דעם שרויף. (פיג. 39) דאס איז די נע־

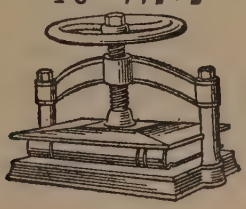
פיגור 39

דער שרויף צו הייבען הייזער

וועהנליכע פארמע פון דעם שרויף מיט וועלכען מען הויבט אטאמ־
בילען, גאנצע הייזער. מאכט א רעכענונג נאך דעם געוויכט פון אר־
בייט נאך. אויב די העגטעל איז אפילו ניט מעהר ווי 2 פוס לאנג)
וועט די קראפט מאכען א רעדעל וואס מעסט ארום אוו ארום ניט
וועניגער ווי 12 פוס, אדער 144 אינטשעס. אין דער זעלבער צייט
וועט דער געווייכט זיך אויפהויבען ניט מעהר ווי אויף דער שטרעקע
וואס טהיילט איין שרויפ־פאדים פון דעם אנדערען, לאמיר זאגען.
אז די ווייטקייט פון די פעדים איז א האלבער אינטש, דאן איז דער
מעכאנישער נעווינם 288, דאס הייסט 10 פונט קראפט קען הויבען
כמעט 3000 פונט געווייכט, אוו וועו אפילו דורך די רייבונג, וועלכע
איז אין דער שרויף ניט וועניגער בעדייטענד ווי אין דעם קלין, זאל
פארלאדרען געהען א העלפט פון דעם נעווינם, וועט דאס הייסען

אז א פונט אקטיוול קראפט דורך דער קאמבינאציע פון ליווער און שרויף קען הויבען 150 פונט נעוויכט, א קראפט פון 100 פונט, א געווינהליכע מענשליכע קראפט וועט קענען הויבען 15,000 פונט אדער 7 טאן. (פיג. 40) איז אנאנדער מין שרויף וואס מען ברויכט

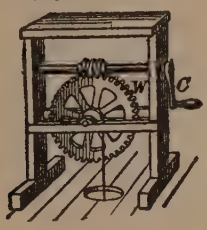
פיגור 40



דער שרויף אלס א פירעס

צוזאמענצופרעסען ביכער, פאפיער. דער צילינדער פון דעם פרעס־שרויף ווערט אויף געדרעהט אנשטאט א העלצערנע דורך א גרעסערען ראד ווי דער צילינדער און דער געווינס איז דערזעלבער. איין פונט קראפט וואס בעווענט דעם אויבערשטען ראד, מאכט אזוי און אזוי פיעל פונט דרוק אויף די ביכער, פאפירען און דאס גלייכען. אין דיעזע אלע ביישפיעלע האבען מיר די שרויפען מיט קאלנערס, אין פיג. 39 איז דער קאלנער דער אונטערשטער קאסטען. אין פיג. 40 זעהט איהר דעם קאלנער אין מיטען, און דורך איהם נעהט דורך דער שרויף (פיג. 41) צייגט אז א קונציגען מעכאניזם א קאמבינאציע

פיגור 41



דער וואגם־ראד

פון א שרויף, א נעקארבטען ראד און א העלצעל אדער ליווער. ער

הייסט דער וואַרים־ראָד, דער נעקאַרבטער ראָד גיט אונז די מעגלי־
קייט צו נעברויכען דעם שרויף אָהן אַ קאַלנער, און צו דער זעלבער
צייט פערנרעסערט ער נאָך פיעל דעם מעכאַנישען געווינס פון דעם
שרויף. מיט דעם גרויסען נעזעץ פון נויטאַן וועגען מאַשין ארבייט
קענט איהר לייכט אויסרעכענען דעם נעווינס. דער נעוויכט היינט
אויף דעם אקסעל פון דעם נעקארבטען ראד, אויב דער נעקארבטער
ראָד וועט האָבען למשל 100 ציינער אַדער קארבען, וועט די הענ־
טעל אַדער דער ליווער C מאכען 100 קרייזען ביז דער אקסעל וועט
זיך איינמאל ארומדרעהען ארום און ארום. דעם מעכאַנישען נע־
ווינס קען מען דערמיט מאכען משונה'דיג גרויס, דערפאר וועט זיך
דער נעוויכט הויבען זעהר און זעהר לאַנגזאם.

אין די העכסט קאָמפּליצירטע מאשינען וועט איהר נעפינען
די אַנוועגדונג פון דיזע אינפאכע מאשינען אַדער זייערע קאָמבי־
נאציעס. איך האָף אז מיר איז נעלונגען בעקאנט צו מאכען דעם
איינפאכסטען לעזער מיט דער הילף וואָס די איינפאכע מאשינען
גיבען אונז אין ארבייט און מיט נויטאַנ'ס וויכטיגען נעזעץ פון זיי־
ער ארבייט, דער נעזעץ וואָס גיט אונז די מעגליכקייט לייכט צו בע־
גרייפען און פּראַויסרעכענען זייער מעכאַנישען נעווינס.

JEWISH PUBLIC LIBRARY, TORONTO